

Морской Вестник



№2(54)

И Ю Н Ъ

2 0 1 5

ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



www.transas.ru

**ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И БЕЗУПРЕЧНОЕ КАЧЕСТВО**



ТРАНЗАС

26 апреля 2015 г. исполнилось 85 лет с момента образования Ленинградского кораблестроительно-го института, ныне Санкт-Петербургский государственный морской технический университет. Организационно создание ЛКИ было оформлено приказом Высшего Совета Народного Хозяйства СССР № 1287 за подписью Валериана Куйбышева.

Празднование юбилейной даты прошло в главном здании университета 28 апреля. Приветственные послания в адрес университета направили Секретарь Совета безопасности РФ Николай Патрушев, заместитель министра промышленности и торговли России Андрей Дутов, президент ОАО «ОСК» Алексей Рахманов, губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко, вице-президент ОАО «НК «Роснефть» Юрий Калинин.

Корабелку поздравили представители Минобрнауки РФ и Минпромторга РФ, Администрации Санкт-Петербурга, руководители судостроительных предприятий и высших учебных заведений нашего города. Для гостей состоялся грандиозный праздничный концерт силами творческих коллективов университета.

На настоящий момент СПбГМТУ – единственный вуз в стране, где готовят кадры по всему спектру специальностей и научных направлений, связанных с проектированием и постройкой судов и кораблей всех классов, с разработкой и созданием судовых энергоустановок и средств судовой автоматики, судового машиностроения, технических средств освоения Мирового океана, корабельного вооружения. Университет также готовит специалистов в области экологической безопасности промышленных зон и акваторий, организации и экономики судостроительного производства.

В числе выпускников вуза – известные ученые, генеральные и главные

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ОТПРАЗДНОВАЛ СВОЕ 85-ЛЕТИЕ

*А.В. Бутенин, канд эконом. наук, помощник ректора СПбГМТУ по связям с общественностью,
контакт. тел. +7 (921) 634 0708*



конструкторы судов различных типов, надводных кораблей и подводных лодок, руководители научно-исследовательских, проектных организаций, предприятий и концернов.

В настоящее время вуз переживает эпоху перемен. В СПбГМТУ заложен прочный фундамент для дальнейшего развития кораблестроительного образования: с декабря 2013 г. углубляется взаимодействие с судостроительной промышленностью в области подготовки и переподготовки кадров, создания системы базовых кафедр, формирует-

ся программа модернизации учебной и научной базы и имущественного комплекса. Осуществлению проводимых преобразований способствуют стратегическое партнерство с Крыловским ГНЦ и ОАО «ОСК», поддержка со стороны Минобрнауки России, Минпромторга России и Минобороны России. Дальнейшая успешная реализация принятого курса внесет существенный вклад в решение поставленных государственных задач по созданию сложной морской и арктической техники и обновлению ВМФ. ■



Морской Вестник

Morskoy Vestnik

№2(54)

И Ю Н Ъ

2 0 1 5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Председатель

А.Л. Рахманов, президент

АО «Объединенная судостроительная корпорация»

Сопредседатели:

В.Л. Александров, президент

Международного и Российского НТО

судостроителей им. акад. А.Н. Крылова

Е.М. Апполонов, и.о. ректора ФГБОУ ВПО СПбГМТУ

Члены совета:

С.О. Барышников, ректор ФГБОУ ВПО

«ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»

А.С. Бузаков, генеральный директор

ОАО «Адмиралтейские верфи»

Н.М. Вихров, генеральный директор

ЗАО «Канонерский судоремонтный завод»

Л.Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «СФ "Алмаз"»

В.Ю. Дорофеев, генеральный директор

ОАО «СПМБМ "Малахит"»

Г.В. Егоров, генеральный директор

ЗАО «Морское инженерное бюро СПб»

А.Ф. Зеньков, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

М.А. Иванов, генеральный директор

ОАО «Системы управления и приборы»

В.Н. Илюхин, председатель НО «АРПСТТ»

Л.М. Клячко, генеральный директор АО «ЦНИИ "Курс"»

Е.В. Комраков, генеральный директор

ЗАО «ОСК-Транзас»

Э.А. Конов, директор ООО «Издательство "Мор Вест"»

А.А. Копанев, генеральный директор

ОАО «НПФ "Меридиан"»

Г.А. Коржавин, генеральный директор

ОАО «Концерн "Гранит-Электрон"»

А.В. Кузнецов, генеральный директор ОАО «Армалит-1»

Л.Г. Кузнецов, генеральный директор

ОАО «Компрессор»

Г.Н. Муру, генеральный директор ОАО «51 ЦКТИС»

Н.В. Орлов, председатель

Санкт-Петербургского Морского Собрания

А.В. Самсонов, ВРИО директора ЗАО «ЦНИИ СМ»

С.Н. Седов, генеральный директор ФАУ «Российский

морской регистр судоходства»

А.Г. Селезнев, ВРИО генерального директора

ОАО «СЗ "Северная верфь"»

К.А. Смирнов, генеральный директор АО «МНС»

В.А. Солонько, председатель Совета директоров

ЗАО «НПО "Севзапспецавтоматика"»

В.И. Спиридопуло, генеральный директор

ОАО «Северное ПКБ»

И.С. Суховинский, директор ООО «ВИНЕТА»

В.С. Татарский, генеральный директор ОАО «ЭРА»

А.Н. Тихомиров, генеральный директор

ЗАО «Транстех Нева Эксбишнс»

Р.А. Урусов, генеральный директор

ОАО «Новая ЭРА»

С.Г. Филимонов, генеральный директор

ЗАО «Концерн "Морфлот"»

Г.Р. Цатуров, генеральный директор

ОАО «ЛСЗ "Пелла"»

В.В. Шаталов, генеральный директор

ОАО «КБ "Вымпел"»

К.Ю. Шилов, генеральный директор

ОАО «Концерн "НПО "Аврора"»

А.В. Шляхтенко, генеральный директор –

генеральный конструктор АО «ЦМКБ "Алмаз"»

И.В. Щербаков, генеральный директор

ООО «ПКБ "Петробалт"»

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ СУДОВ

- А. В. Бутенин.** Санкт-Петербургский государственный морской технический университет отпраздновал свое 85-летие 1
- Р. М. Безишев.** КБ «Вымпел»: 85 лет на службе военно-морского флота 6
- Е. П. Железнов.** Виброизолирующие подвески корабельных трубопроводных систем 9
- Ю. Н. Горбачев, Ю. М. Фишкис.** Остойчивость водоизмещающих судов с воздушной каверной на днище 13
- А. А. Шилкин.** Оценка целесообразности создания необитаемых аппаратов с динамическими принципами поддержания гражданского назначения 16
- Р. Д. оглы Баширов, О. М. оглы Абдуллаев.** Системный анализ и критерии оптимизации технологического оборудования многоцелевого судна с краном грузоподъемностью 300 т 20
- А. В. Канаев.** Модернизация основных параметров и характеристик тормозных систем в обеспечение требований, предъявляемых к современным корабельным аэрофинишерам 23

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ, СУДОРЕМОНТА И ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- В. К. Башаев, С. В. Коротовская, В. В. Орлов, Е. И. Хлусова.** Термомеханическая обработка судостроительной стали: унификация с трубной сталью K65 29
- И. С. Суховинский, К. Ю. Александрович.** Внедрение корпоративной информационной системы на предприятии «Винета»: начало положено 35
- М. В. Сергеев, Р. В. Брезин, И. Л. Боброва.** Математическая модель номенклатуры модулей данных в составе эксплуатационной документации модульной структуры 39
- Б. Ю. Семенов.** Нормативная база прошлого века: попутный ветер или тормоз движения? 43
- Ю. А. Николаев.** Этапы регулирования показателя устойчивости промышленного предприятия 47
- Д. А. Богданов, В. А. Власов, Р. А. Мыскин, К. Б. Трошкин.** Новые решения в сфере разработки нормативной документации технического обслуживания кораблей и судов ВМФ РФ 51
- Е. Н. Никитин, В. И. Черненко, В. А. Rogozin.** Формирование информационного обеспечения для управления процессом изготовления корпуса судна 55
- А. Я. Розинов, А. Ю. Бескровный.** Особенности конструкции и практики использования средств сборки с электромагнитным креплением при монтаже металлических конструкций 58

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

- Д. В. Батрак, А. В. Чигарев, Р. В. Соколов.** Оценка эффективности жидкостного охлаждения литий-ионных аккумуляторных батарей неатомных подводных лодок 62
- Г. А. Подберезный, Н. Ю. Илькухин, Ю. К. Колобов.** Обеспечение безопасности стратегических объектов с использованием установок обнаружения взрывчатых веществ на основе метода нейтронного радиационного анализа 63
- В. М. Приходько, И. В. Приходько.** Математическая модель судовых асинхронных двигателей при сушке изоляционных систем по энергосберегающей технологии 67
- В. И. Вершинин, А. Н. Богданов.** Построение гребного электропривода на базе вентильного двигателя с широтно-импульсной модуляцией 71
- Первая публичная демонстрация работы новейшего российского дизельного двигателя 72



ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Ю. Ф. Подоплёкин, Ю. С. Ицкович, П. А. Новиков, В. В. Морозов.
Пространственная спектрально-корреляционная селекция ложных объектов бортовыми РЛС при работе в условиях радиоэлектронного противодействия 75

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, СУДОВОЖДЕНИЕ

А. Ф. Зеньков, П. И. Малеев, А. М. Шарков, В. В. Глазко.
Состояние и возможные направления развития средств гидрографии ВМФ 79
Памяти профессора С.П. Алексеева 83
А. Г. Егоров. Математическая модель определения главных характеристик составных судов 85
Ю. А. Берков, В. Н. Илюхин, А. В. Овчинников. О совершенствовании способов и устройств спасания экипажа аварийной подводной лодки подо льдами 91
С. А. Бахарев, Л. М. Клячко, А. В. Рогожников, В. К. Смирнов.
Низкотемпературное удаление влаги из древесины и пиломатериалов в акустических полях относительно малой интенсивности 97
Ю. А. Богачев. Многолучевые эхолоты. Типовые характеристики и применение 103
М. В. Марковский, А. В. Марковский, М. В. Михненко, В. Н. Круглеевский, В. А. Колесник. Процесс контроля пожарной опасности в корабельных помещениях как задача распознавания образов 105

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Е. А. Горин, К. С. Чернов. Мировое судостроение в 2014 г. – курс на Green shipping. Часть 1 109
Международный военно-морской салон IMDS-2015, 1–5 июля 2015 г., Санкт-Петербург (11)
Тринадцатая международная выставка и конференция Нева–2015, 22–25 сентября 2015 г., Санкт-Петербург (21)
Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные задачи развития судостроения и судоходства», 23–24 июня 2015 г., Санкт-Петербург (28)
Международная научно-практическая конференция «Инновации как основа современных технологий поисково-спасательного обеспечения морской деятельности, 1–5 июля 2015 г., Санкт-Петербург (90)

МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В. В. Патрушев, А. К. Филимонов, А. Б. Акопян, Д. И. Кузнецов.
Система подготовки современных высококвалифицированных кадров для конструктора «Морское подводное оружие – Гидроприбор» на примере СПбГМТУ 112

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

Генеральный директор – генеральный конструктор ЦМКБ «Алмаз»
А. В. Шляхтенко награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени 115
Д. Ю. Литинский. Создание торпедных катеров дальнего действия 115
Корабли Великой Победы. Часть 2 119
Л. Г. Грабовец. Вклад судостроительной фирмы «Алмаз» в дело Великой Победы 125
Е. А. Никитин, В. И. Яремко. Первому военно-морскому госпиталю – 300 лет ... 128

Главный редактор

Э.А. Конов, канд. техн. наук

Зам. главного редактора

Д.С. Глухов

Тел./факс: (812) 6004586

Факс: (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.ru

Редакционная коллегия

Ю.В. Баглюк, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

В.Н. Глебов, канд. эконом. наук

Е.А. Горин, д-р эконом. наук

Е.В. Игошин, канд. техн. наук

Б.П. Ионов, д-р техн. наук, проф.

Ю.Н.Кормилицин, д-р техн. наук, проф.

А.И. Короткин, д-р техн. наук, проф.

С.И. Логачев, д-р техн. наук, проф.

П.И. Малеев, д-р техн. наук

Ю.И.Нечаев, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Никифоров, д-р техн. наук, проф.

Ю.Ф.Подоплекин, д-р техн. наук, проф., акад. РАН

В.Н. Половинкин, д-р техн. наук, проф.

Л.А. Промыслов, канд. техн. наук

Ю.Д. Пряжин, д-р истор. наук, проф.

А.В. Пустошный, чл.-корр. РАН

А.А. Родионов, д-р техн. наук, проф.

К.В. Рождественский, д-р техн. наук, проф.

А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.

В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф.

Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф.

Редакция

Тел./факс: (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

Редактор

Т.И. Ильичева

Дизайн, верстка

С.А. Кириллов, В.Л. Колпакова

Адрес редакции

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12047 от 11 марта 2002 г.

Учредитель-издатель

ООО «Издательство "Мор Вест"»,

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н.

Электронная версия журнала

размещена на сайте ООО «Научная электронная

библиотека» www.elibrary.ru и включена

в Российский индекс научного цитирования

Решением Президиума ВАК журнал «Морской вестник»

включен в перечень ведущих научных журналов и

изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть

опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

http://vak.ed.gov.ru

Подписка на журнал «Морской вестник»

(индекс 36093) может быть оформлена по каталогу

Агентства «Роспечать» или непосредственно

в редакции журнала через издательство «Мор Вест».

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».

Тираж 1000 экз. Заказ № 774.

Ответственность за содержание информационных и

рекламных материалов, а также за использование

сведений, не подлежащих публикации в открытой

печати, несут авторы и рекламодатели. Перепечатка

допускается только с разрешения редакции.



Editorial Council

Chairman

A.L. Rakhmanov, President
of JSC United Shipbuilding Corporation

Co-chairman:

V.L. Alexandrov, President of the International
and Russian Scientific and Technical Association
of Shipbuilders named after Acad. A.N. Krylov

E.M. Appolonov, Acting rector SPbSMTU

Council Members:

S.O. Baryshnikov, Rector Admiral Makarov State
University of Marine and Inland Shipping

A.S. Buzakov, General Director

JSC Admiralty Shipyards

V.Yu. Dorofeev, General Director

JSC SPMBM Malachite

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

S.G. Filimonov, General Director

JSC Concern Morflot

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

M.A. Ivanov, General Director

JSC Control Systems and Instruments

V.N. Ilukhin, Chairman NO ASRTD

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

E.V. Komrakov, General Director

JSC USC-Transas

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

A.A. Kopanev, General Director,

JSC SPF Meridian

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

A.V. Kuznetsov, General Director JSC Armalit-1

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

G.N. Muru, General Director JSC 51CTIS

N.V. Orlov, Chairman

St. Petersburg Marine Assembly

A.V. Samsonov, Acting General Director JSC CRISM

S.N. Sedov, General Director FAI Russian Maritime

Register of Shipping

A.G. Seleznev, Acting General Director

JSC SBY Severnaya Verf

I.V. Scherbakov, General Director JSC PDB Petrobalt

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB Vympel

K.Yu. Shilov, General Director

JSC Concern SPA Avrora

A.V. Shlyakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

K.A. Smirnov, General Directors JSC MNS

V.A. Solon'ko, Chairman of the Board of Directors

JSC SPA Sevzapspezavtomatika

V.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

I.S. Sukhovinsky, Director JSC VINETA

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

G.R. Tsaturov, General Director

JSC LSBY Pella

R.A. Urusov, General Director JSC New ERA

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

A.F. Zen'kov, General Director JSC SRNHI

CONTENTS

SHIP DESIGN AND CONSTRUCTION

A.V. Butenin . Saint-Petersburg State Maritime Technical University has celebrated its 85 th anniversary.....	1
R.M. Begishev . DB «Vympel»: 85 years in the service of the Navy.....	6
E.P. Zheleznov . Vibration isolating suspensions for shipboard pipeline systems.....	9
Yu.N. Gorbachev, Yu. M. Fishkis . Stability of displacement ships on bottom air cavern.....	13
A.A. Shilkin . Estimation of expediency of creation of civil unmanned hovercrafts and ekranoplan type vehicles.....	16
R.D. ogly Bashirov, O.M. ogly Abdullaev . System analysis and optimization criteria of process equipment of the multipurpose vessel with carrying capacity of 300t crane.....	20
A.V. Kanaev . Modernization of the main parameters and characteristics of the brake systems to meet the requirements for modern ship arrester systems.....	23

TECHNOLOGY OF SHIPBUILDING, SHIP REPAIR AND ORGANIZATION OF SHIPBUILDING

V.K. Bashaev, S.V. Korotovskaya, V.V. Orlov, E.I. Khlusova . Thermomechanical treatment of shipbuilding steel: unification with pipe steel K65.....	29
I.S. Sukhovinsky, K.Yu. Aleksandrovich . Implementation of corporate information system at «Vineta» enterprise: the beginning.....	35
M.V. Sergeev, R.V. Brezgin, I.L. Bobrova . Mathematical model of the nomenclature of data modules as part of the modular structure operational documentation.....	39
B.Yu. Semenov . Regulatory framework of the last century: a tail wind or brakes of the movement?.....	43
Yu. A. Nikolaev . Stages of regulation of indicator of stability of industrial enterprise.....	47
D.A. Bogdanov, V.A. Vlasov, R.A. Myskin, K.B. Troshkin . New solutions in the development of standard documentation of maintenance of ships and vessels of the Russian Navy.....	51
E.N. Nikitin, V.I. Chernenko, V.A. Rogozin . Formation of information support to control the process of manufacturing the hull.....	55
A.Yu. Rozinov, A.Yu. Beskrovny . Design features and practices of use of assembly means with solenoid fastening in the installation of metal structures.....	58

SHIP POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS

D.V. Batrak, A.V. Chigarev, R.V. Sokolov . Estimation of efficiency of liquid-cooled lithium-ion rechargeable batteries of non-nuclear submarines.....	62
G.A. Podberezny, N.Yu. Ilkukhin, Yu.K. Kolobov . Ensuring the safety of strategic facilities using explosive detection systems on the basis of neutron radiation analysis.....	63
V.M. Prikhod'ko, I.V. Prikhod'ko . Mathematical model of marine asynchronous motors in drying insulation systems for energy-saving technology.....	67
V.I. Vershinin, A.N. Bogdanov . Construction of propulsion motor on the basis of propeller motor with pulse-width modulation.....	71
<i>The first public demonstration of the newest Russian diesel engine.....</i>	72



INFORMATION-MEASURING AND MANAGEMENT SYSTEMS

Yu.F. Podoplekin, Yu.S. Itskovich, P.A. Novikov, V.V. Morozov. Spatial spectral correlative selection of false objects by onboard radar station when operating in conditions of electronic countermeasures..... 75

OPERATION OF WATER TRANSPORT, SHIP NAVIGATION

A.F. Zen'kov, P.I. Maleev, A.M. Sharkov, V.V. Glazko. The state and possible directions of development of the Navy Hydrography means 79

In memory of Professor S.P. Alekseev 83

A.G. Egorov. Mathematical model for determining the main characteristics of composite vessels..... 85

Yu.A. Berkov, V.N. Ilyukhin, A.V. Ovchinnikov. On improvement of methods and devices of emergency rescue of disabled submarine crew under the ice..... 91

S.A. Bakharev, L.M. Klyachko, A.V. Rogozhnikov, V.K. Smirnov. Low-temperature removal of moisture from timber and lumber in the acoustic fields of relatively low intensity 97

Yu.A. Bogachev. Multibeam echo sounders. Typical characteristics and applications 103

M.V. Markovskiy, A.V. Markovskiy, M.V. Mikhnenko, V.N. Krugleevskiy, V.A. Kolesnik. The process of fire hazard control in the ship rooms as a pattern recognition tasks 105

EXHIBITIONS AND CONFERENCES

E.A. Gorin, K.S. Chernov. Global shipbuilding in 2014 – course for green shipping. Part 1 109

International Maritime Defense Show IMDS–2015, 1–5 of July, 2015, Saint-Petersburg (11)

The thirteenth international exhibition and conference Neva-2015, 22–25 of September, 2015, Saint-Petersburg (21)

National scientific and technical conference «Relevant development objectives of marine industry», 23–24 of June, 2015, Saint-Petersburg (28)

International applied science conference «Innovations as a basis of sophisticated technologies of search and rescue aid in maritime activities», 1–5 of July, 2015, Saint-Petersburg (90)

MARITIME EDUCATION

V.V. Patrushev, A.K. Filimonov, A.B. Akopyan, D.I. Kuznetsov. Training system of highly-qualified personnel for the Concern «Sea underwater weapon–Gidropribor» through an example of SPbSMTU 112

THE HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

General Director-General Designer CMDDB «Almaz» A.V. Shlyakhtenko was awarded the Order «For merits before Fatherland» of III degree..... 115

D.Yu. Litinsky. Creation of long-range torpedo boats..... 115

Ships of the Great Victory. Part 2..... 119

L.G. Grabovets. The contribution of shipbuilding company «Almaz» in the Great Victory 125

E.A. Nikitin, V.I. Yaremko. The First Naval Hospital is 300 years old 128

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.

Deputy Editor-in-Chief

D.S. Glukhov

Phone/Fax: +7 (812) 6004586

Fax: +7 (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.ru

Editorial Collegium

Yu.V. Baglyuk, Ph. D.

V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.

V.N. Glebov, Ph. D.

E.A. Gorin, D. Sc.

E.V. Igoshin, Ph. D.

B.P. Ionov, D. Sc., Prof.

Yu.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.

A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.

S.I. Logachev, D. Sc., Prof.

P.I. Maleev, D. Sc.

Yu.I. Nechaev, D. Sc., Prof.

V.G. Nikiforov, D. Sc., Prof.

Yu.F. Podoplekin, D. Sc., Prof., member of the Academy

of Rocket and Artillery of Sciences of Russia

V.N. Polovinkin, D. Sc., Prof.

L.A. Promyslov, Ph. D.

Yu.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.

A.V. Pustoshny, corresponding member

of the Academy of Sciences of Russia

A.A. Rodionov, D. Sc., Prof.

K.V. Rozhdestvenskiy, D. Sc., Prof.

A.A. Rusetzkiy, D. Sc., Prof.

N.P. Shamanov, D. Sc., Prof.

Editorial staff

Phone/Fax +7 (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

Editor

T.I. Ilyichiova

Design, imposition

S.A. Kirillov, V.L. Kolpakova

Editorial office

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,

190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press,

TV and Radio Broadcasting and Means of Mass

Communications, Registration Certificate

ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,

190000, St. Petersburg

The magazine electronic version

is placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya

biblioteka" www.elibrary.ru and is also included to the

Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy

Vestnik magazine is entered on the list of the leading

scientific magazines and editions published in the

Russian Federation where basic scientific outcomes of

doctoral dissertations shall be published.

http://vak.ed.gov.ru

You can subscribe to the Morskoy Vestnik magazine

using the catalogue of "Rospechat" agency (subscription

index 36093) or directly at the editor's office via the

Morvest Publishing House.

Printed in the Printing-House "Premium-press".

Circulation 1000. Order № 774.

Authors and advertisers are responsible for contents of information and advertisement materials as well as for use of information not liable to publication in open press.

Reprinting is allowed only with permission of the editorial staff.

ОАО «КБ «Вымпел» – одно из старейших проектно-конструкторских бюро России – в год 70-летия Великой Победы празднует свой 85-летний юбилей как самостоятельной организации, получившей в 1930 г. наименование «Речсудопроект».

История становления и развития КБ неразрывно связана с историей страны. И на протяжении всей этой истории КБ работало в весьма значительной степени на военно-морской флот.

В годы Великой Отечественной войны начинали мы с усовершенствования проекта 122 большого охотника за подводными лодками, усилив его вооружение, снизив шумность, увеличив мореходность, и довели до большой серии пр. 122А и 122Б. В годы войны их было построено 44 ед., а после ее окончания еще 270 ед. Большими сериями строились по проектам КБ морские тральщики пр. 253, десантные мотоботы пр. 165, трал-баржи пр. 417, прорыватели минных заграждений пр. 166. По 70 проектам КБ было построено более 3000 объектов судостроительной техники. Эта ответственная работа для нужд фронта дала мощный толчок развитию КБ как многопрофильного проектанта.



Большой охотник пр. 122Б

Особенностью работы КБ в послевоенный период стала ориентация на создание судов базового и рейдового обеспечения боевых кораблей всеми видами снабжения. КБ является автором нескольких поколений проектов плавучих баз подводных лодок, предназначенных для базирования бригады средних подводных лодок, размещения их личного состава и штабов. Активно велось проектирование и строительство сухогрузных судов обеспечения (пр. 431 и пр. 438 различных модификаций) для подачи на корабли, стоящие на рейде, мин, торпед, артиллерийского боезапаса и сухих грузов. Для снабжения топливом в базах, на рейдах и в пунктах рассредоточения по пр. 445 строились малые рейдовые танкеры грузоподъемностью 550 т. Усиление требований к защищенности кораблей от неконтактных магнитных мин вызвало необходимость проведения регулярного размагничивания кораблей и судов ВМФ. В 1949–1956 гг. по шести проектам КБ было построено более 30 судов безобмоточного размагничивания. Для контроля шумности кораблей по пр. 513 построили 25 плавучих контрольных гидроакустических станций. Введение этих судов в эксплуатацию обеспечило практические потребности флота и позволило накопить научно-технический опыт создания специального электротехнического и гидроакустического оборудования. Разрабатывались проекты и других судов различного назначения.

В 1970–1990 гг. в КБ получило дальнейшее развитие проектирование вспомогательных судов и специальных объектов для ВМФ. К их числу относятся малые морские танкеры пр. 1844, морские водоналивные транспорты, т.е. суда, без которых невозможна жизнедеятельность флота. Тематика судов безобмоточного размагничивания получила новое воплощение в проекте 1799 и его модификациях. Было построено 26 ед., последнее судно пр. 17994 было передано Беломорской ВМБ в 2006 г. Суда пр. 1799Э поставлялись и на экспорт.

КБ «ВЫМПЕЛ»: 85 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

*Р.М. Бегишев, зам. директора ОАО «КБ «Вымпел»,
контакт. тел. (831) 439 6706*

В связи с трудностями обустройства в 60–70-е гг. военно-морских баз и пунктов базирования дизельных и атомных подводных лодок первого поколения по проекту «Вымпел» было сдано флоту семь плавбаз водоизмещением 3400 т. (пр. 1821). Появление тогда же новых морских баллистических и крылатых ракет потребовало создания средств для их транспортировки и погрузки на корабли и подводные лодки. Был создан самоходный плавучий кран-погрузчик ракетного оружия «Север» грузоподъемностью 50 т для доставки и погрузки ракет в полностью оснащенный и заправленный виде. Был также создан морской транспорт пр. 1823 для перевозки минного, артиллерийского и торпедного оружия, всего их построено более 50 ед. Дальнейшее развитие этот тип судов получил в реализации кранового судна-погрузчика разрядных грузов пр. 20360, оно было передано флоту в 2010 г. и в настоящее время входит в состав вспомогательных судов Каспийской флотилии.

Значительный вклад конструкторы «Вымпела» внесли в создание и испытание новых видов морского оружия. Это и пристрелочные станции пр. 1824 и 1858, и несамодвижный плавстэнд пр. 05090 «Шельф», на котором на озере Иссык-Куль проходила отработка ныне знаменитой торпедо-ракеты «Шквал». Опыт предыдущих поколений используется при создании нового опытового судна.

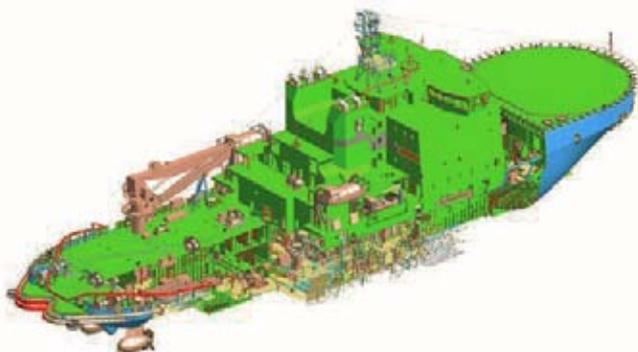


Стенд для испытаний торпед пр. 05090

С развитием на флоте ядерной энергетики возникла необходимость обслуживания кораблей и подводных лодок с ЯЭУ. Начиная с 70-х гг. КБ проектирует суда для обращения с радиоактивными отходами – суда атомно-технологического обеспечения (АТО). По пр. 1591 был построен специальный транспортный танкер «Серебрянка», предназначенный для приема, временного хранения, транспортировки и выдачи отработанных жидких радиоактивных отходов (ЖРО). В проекте было предусмотрено зонирование, выделены наблюдаемые и контролируемые зоны. Найдены специальные решения КБ конструктивные решения позволили выполнить требования по обеспечению безопасности и охраны жизни экипажа. Следующим этапом работ КБ в этом направлении явилось создание судов, предназначенных не только для транспортировки, но и для частичной переработки радиоактивных отходов. В 1986 г. и 1988 г. в состав ВМФ вошли два универсальных технических транспорта «Амур» и «Пинга» пр. 11510. Судовая станция переработки радиоактивных вод обеспечивает их переработку с коэффициентом очистки 1000. Выполнен проект модернизации этих судов, который позволяет увеличить эффективность очистки ЖРО на несколько порядков. В 90-е гг., основываясь на оценке состояния

проблемы обращения с радиоактивными отходами на флотах, в базах и судоремонтных заводах, КБ спроектировало уникальный комплекс АТО «Ландыш» пр. 00500, единственный на Дальнем Востоке, позволяющий осуществлять очистку ЖРО как от радионуклидов, так и от химических веществ с последующим отверждением и транспортировкой радиоактивного концентрата. Судно было построено на судостроительном заводе в Комсомольске-на-Амуре, сейчас комплекс эксплуатируется в Большом Камне на заводе «Звезда». За создание комплекса ряд специалистов были отмечены премией Правительства РФ в области науки и техники за 2004 г. Продолжением работы КБ стало создание совместно с компанией «Fincantieri» судна ледового класса «Россита» пр. 00720. Судно предназначено для работы в сложных арктических условиях и транспортировки отработанного ядерного топлива и материалов утилизированных АПЛ с бывших береговых баз ВМФ РФ. Радиационный контроль на судне обеспечивается как автоматизированной многоканальной системой, так и комплексом переносных приборов, а также средствами индивидуального и группового дозиметрического контроля. Судно вступило в строй в 2011 г.

В сложные 90-е гг. прошлого века КБ «Вымпел» устояло, сохранило свой конструкторский состав и даже смогло перевооружиться – были приобретены средства автоматизированного проектирования. Кроме того, мы получили навык взаимодействия с проектными организациями Финляндии и Германии, выступая как соисполнители работ по проектированию таких сложных судов, как морские круизные суда и паромы, приобрели опыт работы с иностранными классификационными обществами. Бюро одним из первых в стране пришло к пониманию того, что в процессе создания проекта необходимо разрабатывать 3D-модель судна. Были закуплены лицензии на САПР TRIBON и сертификаты на рабочие места. В последующие годы возможности КБ были расширены за счет внедрения Aveva Marine и Nupras Cadmatic, обеспечивающих параллельную разработку трехмерной модели судна в режиме реального времени во



3D-модель судна

всех судовых специализациях. КБ определило для себя в качестве стратегического направления занятие на рынке ниши сложных, высоко вооруженных, энергонасыщенных судов для обеспечения в том числе шельфовых работ в арктических условиях.

Для этого нарабатаны компетенции во взаимодействии с крупнейшими научными центрами отрасли, нефтедобывающими и эксплуатирующими суда компаниями. Сегодня бюро располагает современными средствами проектирования и высококвалифицированным кадровым составом.

Все эти новации в полной мере применялись при проектировании судов для ВМФ. В начале 2000-х гг. во взаимодействии с ГУНИО, 1 ЦНИИ МО были определены потребности флота в гидрографических судах. Исходя из финансовых возможностей заказчика, были разработаны проекты малого гидрографического судна пр. 19910 и большого гидрографи-

ческого катера пр. 19920. Оба проекта пошли в серию. Сейчас пр. 19910 проходит стадию модернизации, и это уже другое, значительно более совершенное судно.



Гидрографическое судно обновленного пр. 19910

По заказу ВМФ строится серийно и катер связи пр. 1388НЗ, надежно обеспечивающий специфические потребности флота. Серьезной проверкой для КБ стали проектные работы по модернизации большого морского сухогрузного транспорта «Яуза» пр. 550. Привести сложное судно, построенное 30 лет назад, предназначенное для доставки особых грузов, на архипелаг Новая Земля, к требованиям сегодняшнего дня по безопасности доставки грузов, обитаемости, энерговооруженности и всему остальному спектру требований Регистра и заказчика оказалось непросто. Планово идет пополнение судов Управления аварийно-спасательных работ ВМФ. Серийно строящиеся на нескольких заводах водолазные катера пр. 14157 уверенно идут на замену уходящим катерам «Фламинго». Модернизированные буксиры пр. 745МБ и пр. 745МБС выполняют свои задачи на Северном флоте и Балтике, морской буксир пр. 22030 в 2014 г. был передан морякам-тихоокеанцам. Эксплуатирующие органы отмечают отличное качество проекта спасательного буксирного судна пр. 22870. Головное несет службу в составе Каспийской флотилии, первое серийное передано обновляемому Черноморскому флоту. На Черноморский флот поступают и противодиверсионные катера пр. 21980 «Грачонок». С ноября 2009 г., когда был подписан приемный акт головного катера, сдано флоту еще девять единиц, теперь они служат на Балтийском, Черноморском и Тихоокеанском флотах и в составе Каспийской флотилии. Серия продолжает строиться на трех заводах и обещает быть длинной благодаря отличным отзывам экипажей катеров.



Ледокол пр. 21180

Сегодня КБ «Вымпел» взаимодействует с 17 судостроительными заводами страны, надежно выполняя свои обязательства. И когда флот ставит очередную сложную задачу, заводы часто выбирают проектантом «Вымпел». Строительство ледокола пр. 21180 – именно такая задача. Технический проект, разработанный КБ «Вымпел», утвержден, и нет сомнений, что «Адмиралтейские верфи» вместе с КБ «Вымпел» решат эту сложную задачу с высоким качеством. ■

По мере снижения виброактивности оборудования и совершенствования амортизаторов акустическое возмущение судна стало определяться вибрационной энергией, распространяющейся по трубопроводам и передаваемая на несущие конструкции через подвески трубопроводов. Одним из путей уменьшения этой энергии является повышение виброизолирующей эффективности подвесок.

С учетом этого требования в судостроительной отрасли были разработаны и применены виброизолирующие подвески различных форм и конфигураций.

Одними из первых используемых подвесок стали подвески типа ПТАК и ПТАП [1]. Данный тип подвесок можно отнести к группе виброизолирующих подвесок с использованием амортизаторов. Решение о применении в них в качестве упругих элементов известных, отработанных и поставляемых промышленностью амортизаторов стало наиболее простым. Преимущество такой подвески – возможность использования различных схем установки амортизаторов, что отражается на снижении жесткости и несущей способности. Но основными их «минусами» были недостаточная виброизолирующая эффективность, большие габариты, сложность изготовления и монтажа и, как следствие, ограничение их применения в затесненных помещениях судна. Одним из используемых схем установки амортизаторов в подвесках описанного типа приведены на рис. 1.

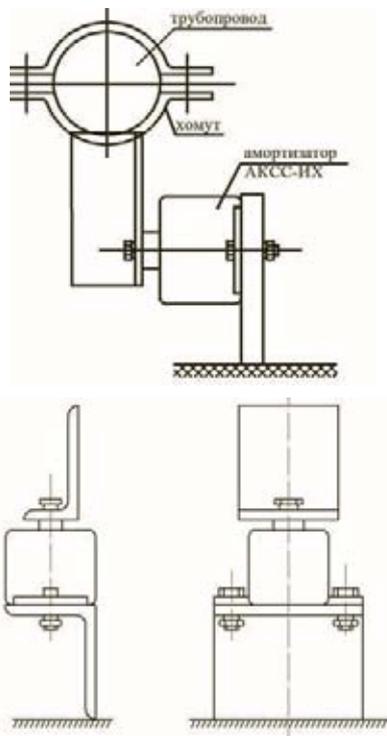


Рис. 1. Подвески с использованием амортизаторов типа АКСС

ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИЕ ПОДВЕСКИ КОРАБЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

*Е.П. Железнов, инженер 1-й категории ОАО «СПМБМ «Малахит»,
контакт. тел. +7 (903) 092 9083*

Представлялось также возможным использование для трубопроводов малых диаметров в качестве упругого элемента подвесок элемента сборного амортизатора ЭСА-100, рассчитанного на нагрузку 100 кг, в случае допустимости разрезания этого элемента – рассчитанного соответственно на нагрузку 50 кг. Схема использования в подвеске подобного типа амортизатора приведена на рис. 2.

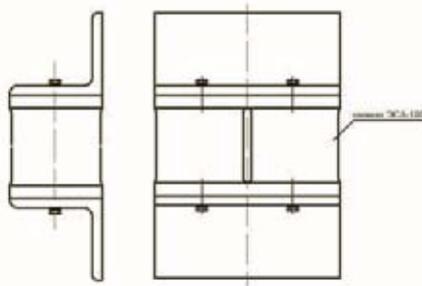


Рис. 2. Подвеска с использованием сборного амортизатора ЭСА-100

Недостатком, сужающим возможность его применения в качестве упругого элемента подвески, является большое различие жесткостей по разным осям амортизатора. Поэтому использование подвесок данного типа для корабельных трубопроводов весьма ограничено и допустимо лишь в отдельных случаях.

В продолжение описанной выше категории подвесок ОАО «СПМБМ «Малахит» была предложена подвеска с плоским резиновым элементом. Такая подвеска представляет собой зажатый между двумя резиновыми массивами хвостовик, который выполнен в виде пластины. В пластине имеется одно или несколько отверстий, через которые пропущены металлические болты диаметром меньше диаметра отверстий, с помощью которых и зажимается хвостовик. В каждом отверстии хвостовика между ним и болтом размещено резиновое кольцо. Одна из боковых пластин, поджимающих резиновые массивы, приваривается к фундаменту (несущей конструкции). Эскиз такой подвески приведен на рис. 3.

Достоинством такой подвески является малая величина ее жесткости, что в сочетании с небольшой несущей способностью может обеспечить

вполне приемлемые значения частот свободных колебаний.

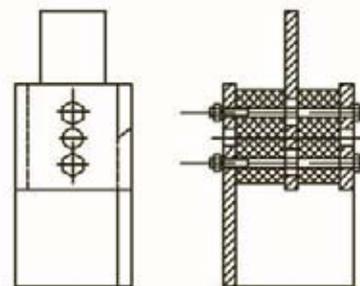


Рис. 3. Подвеска с использованием плоского резинового элемента

Основными недостатками всех выше перечисленных подвесок все равно остаются низкая виброизолирующая эффективность, большие габариты, сложность изготовления и монтажа, что резко ограничивает их использование на кораблях.

Во многом улучшило положение разработка подвесок с кольцевыми резиновыми элементами. В частности, подвеска типа VI (рис. 4), где в качестве упругого элемента используется полоса из типовой резины ИРП-1074, несмотря на низкую виброизолирующую эффективность, обладает вполне приемлемыми габаритами, и технология ее монтажа более простая [1]. Такая подвеска нашла широкое применение в отечественном судостроении.

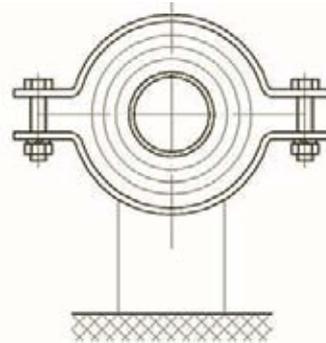


Рис. 4. Подвеска типа VI

Позже ОАО «СПМБМ «Малахит», ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и ОАО «ПО «Севмаш» разработали конструкцию виброизолирующей низкочастотной подвески (ПВНЗ) для трубопроводов с наружным диаметром 50 мм и более (рис. 5). [3]. Она состоит из хвостовика, хомута, ко-

торый, так же как и в подвеске типа VI, состоит из двух полуколец и упругого элемента, размещенного между трубопроводом и хомутом подвески. Этот упругий элемент представляет собой прямоугольный резиновый массив, имеющий на противоположных гранях, прилегающих к хомуту и трубопроводу, равномерно расположенные треугольные вырезы. Несомненным технологичным преимуществом такой подвески являются легкость и простота монтажа и замены ее в натуральных условиях.

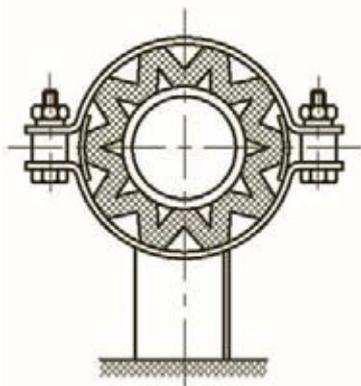


Рис. 5. Подвеска ПВНЗ

Но для судовых трубопроводов малых наружных диаметров (менее 50 мм) данный тип подвески неэффективен. Для таких трубопроводов ОАО «СПМ-БМ «Малахит» и ФГУП «Крыловский государственный научный центр» были разработаны подвески низкочастотные малагабаритные зубчатые (ПВМЗ), показанные на рис. 6 [2, 4].

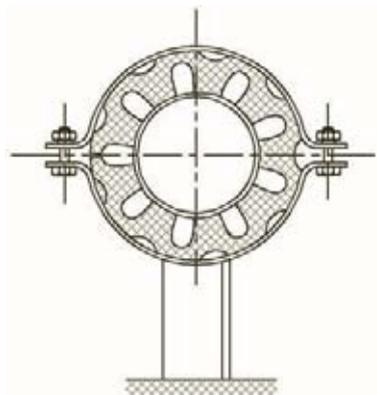


Рис. 6. Подвеска ПВМЗ

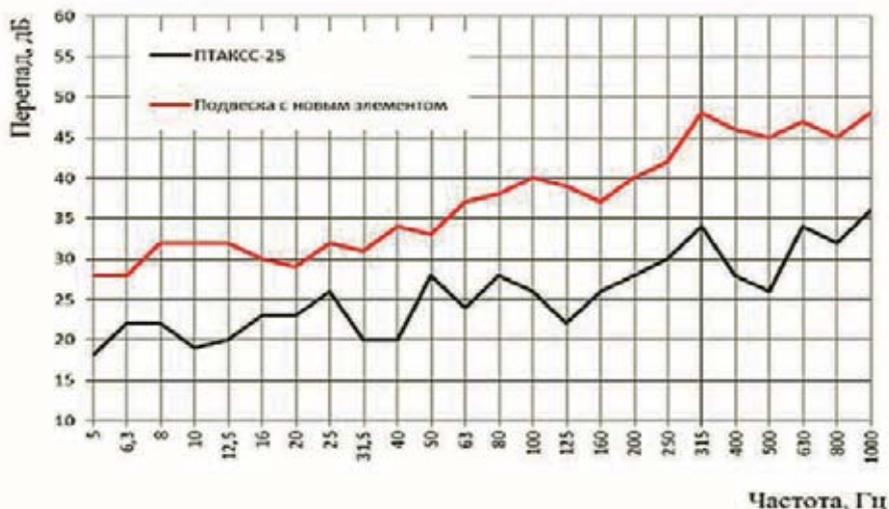


Рис. 7. Результаты измерений перепадов вибрации

Эта подвеска представляет собой сборную конструкцию, состоящую из унифицированного упругого элемента, охватывающего трубопровод и фиксируемого с помощью полухомутов. При монтаже к одному из полухомутов приваривается хвостовик, раскрепляемый на несущую конструкцию. Форма вырезов резинового элемента обеспечивает технологичность монтажа конструкции для труб различного диаметра, что гарантирует высокие виброизолирующие свойства подвески.

Подобная конструкция подвесок с новым упругим элементом обеспечивает существенно меньшую трудоемкость изготовления и монтажа за счет конструктивной простоты, что позволило сделать использование описанной подвески экономически выгодным.

Применение подвесок со сниженной вибрационной жесткостью позволяет повысить виброизолирующую эффективность. В качестве примера на рис. 7 приведены результаты измерений перепадов вибрации при раскреплении трубопроводов двумя выше рассматриваемыми типами подвесок – при помощи ПВМЗ и распространенной в судостроении подвеской типа ПТАКСС с использованием амортизатора АКСС-25 ИХ.

Как видно из рисунка, эффективность подвески ПВМЗ на 10–15 дБ выше эффективности подвески ПТАКСС.

Таким образом, по мере накопления опыта при проектировании средств акустической защиты и, в частности, виброизолирующих подвесок для судовых трубопроводов важен выбор формы упругого элемента, который должен удовлетворять ряду требований. В дальнейшем при создании новых конструкций, кроме использования типовой амортизационной резины, основной упор целесообразно делать на разработку и внедрение современных материалов для изготовления виброизолирующих подвесок.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 5 Р.5398–83. Подвески трубопроводов амортизирующие. Типы, основные параметры и размеры – Введ. 1985-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 1983.
2. Патент № 140226 от 03.04.2014 г. Виброизолирующая подвеска трубопровода.
3. ЛТПИ.301525.044 РЭ Подвеска ПВНЗ.
4. ЛТПИ.301525.152 РЭ Подвеска ПВМЗ.

В настоящее время все более востребованными становятся меры по снижению потребления топлива и сокращению выбросов в атмосферу продуктов его сгорания. На водном транспорте одним из наиболее эффективных способов снижения расхода топлива главными двигателями водоизмещающих судов с протяженной цилиндрической вставкой является создание на плоском участке днища единых воздушных каверн, изолирующих его от контакта с водой.

В России исследования по этому направлению ведутся с использованием сравнительно простого по конструкции устройства [1]. Принцип его действия иллюстрирует рис. 1.

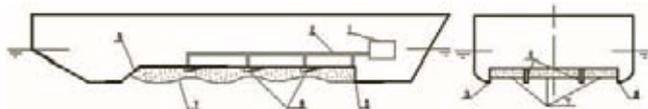


Рис. 1. Схема устройства для создания на днище единой воздушной каверны (УСЕК)

Единые каверны с волновым профилем 7 формируются за счет подачи воздуха от компрессора 1 по системе трубопроводов 2 внутрь рецесса (углубления) в днище, в носовой части ограниченного реданом 5, по бортам — вертикальными стенками рецесса и бортовыми килями 3, в кормовой части — кормовым сводом 8, с помощью которого днище рецесса вновь переходит в основную плоскость (ОП) судна. Для повышения поперечной остойчивости судна внутри рецесса устанавливаются продольные кили 4, разделяющие его на изолированные секции, а также поперечные козырьки 6 для создания единой каверны при движении судна.

На стоянке при посадке корпуса на «ровный киль» рецесс целиком заполняется воздухом, и поверхность раздела сред «воздух–вода», которая всегда параллельна горизонту, совпадает с ОП. При нулевом дифференте осадка и водоизмещение судна с каверной и его традиционного (без УСЕК) аналога будут одинаковыми, поскольку гидростатическое давление на поверхности каверны точно такое же, как на обшивке плоского днища. При движении судна в каждой продольной секции внутри рецесса образуются единые каверны 7, их профили (продольные сечения) по форме близки к гравитационным волнам.

В результате создания каверн площадь смоченной поверхности судна значительно уменьшается, благодаря чему достигается снижение гидродинамического сопротивления корпуса и, следовательно, потребной мощности и расхода топлива главных двигателей (ГД).

Важной характеристикой любого судна, в том числе и с УСЕК, является его остойчивость. Очевидно, что остойчивость судна с таким устройством зависит от того, заполнен рецесс в днище воздухом или нет. Расчеты остойчивости для случая, когда воздуха в рецессе нет, выполняются традиционными методами с использованием расчетных программ, например, подсистемы «Статика» САПР «Проект 1». Необходимо лишь учитывать изменения формы подводной части корпуса. При построении метода расчета остойчивости судна с воздухом (кавернами) в рецессе необходимо учитывать ряд важных отличительных особенностей.

При наклонении судна с каверной в рецессе возникающий при этом восстанавливающий момент можно представить состоящим из двух частей: восстанавливающий момент, возникающий на поверхности всех продольных секций рецесса, покрытых кавернами и восстанавливающий момент, возникающий на остальной части поверхности корпуса, омываемой водой. Влияние каверн на характеристики остойчивости проявляется только на участке размещения рецесса в днище, так как

ОСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОИЗМЕЩАЮЩИХ СУДОВ С ВОЗДУШНОЙ КАВЕРНОЙ НА ДНИЩЕ

Ю.Н. Горбачев, д-р техн. наук, ген. конструктор
ОАО «Инженерный центр судостроения»,

Ю.М. Фишкис, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник
ФГУП «Крыловский государственный научный центр»,
контакт. тел. (812) 713 0580

на распределение давлений на остальной части корпуса каверны влияния практически не оказывают. Отметим, что доля поверхности рецесса в общей площади смоченной поверхности может составлять (в зависимости от загрузки) для морских судов 30–40%, для мелкосидящих речных судов — 40–50%.

Давление воздуха в каждой секции постоянно и равно гидростатическому давлению на уровне поверхности воды в данной секции: $(P_k) = P_a + \gamma h_i$, где h_i — отстояние поверхности воды в i -й секции рецесса от уровня ватерлинии. Постоянство давления на поверхности каждой секции каверны и обуславливает уменьшение величины восстанавливающего момента, возникающего на участке плоского днища судна в районе расположения рецесса. Эту особенность иллюстрирует рис. 2, на котором представлено распределение давлений на плоском участке днища традиционного судна (без УСЕК) и судна с кавернами в каждой из трех секций рецесса, разделенного двумя продольными килями.

Такая картина имеет место при отсутствии сообщения между секциями рецесса по воздуху. Весьма важное условие отсутствия сообщения между секциями рецесса по воздуху следует понимать следующим образом: система подачи воздуха от компрессора в секции рецесса выполнена таким образом, что исключает возможность обратного перетекания воздуха из одной секции в другую по трубопроводам системы при наклонении судна. В противном случае давление воздуха в различных секциях рецесса выравняется и показатели остойчивости резко ухудшатся.

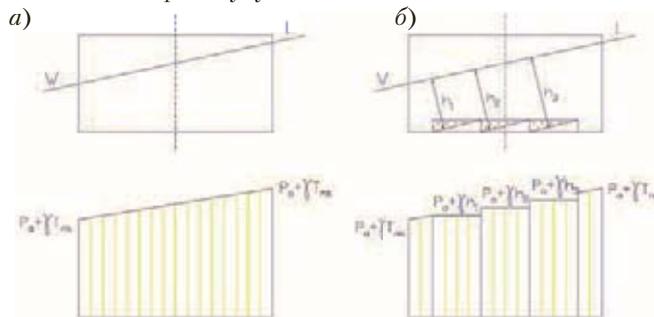


Рис. 2. Распределение гидростатического давления на днище судна: а — судно без УСЕК; б — судно с УСЕК

Очевидно, что чем больше количество отдельных секций рецесса, тем больше величина восстанавливающего момента судна с кавернами на днище.

В работе [2] показано, что при разделении рецесса на три продольные секции величина возникающего на поверхности каверн восстанавливающего момента при малых наклонениях судна составляет ~85% от величины восстанавливающего момента, возникающего на этой же поверхности у традиционного судна. С ростом числа продольных секций это различие уменьшается. Из этого результата и с учетом того, что каверна покрывает лишь части подводной поверхности корпуса следует вывод: влияние воздушных каверн на остойчивость судна при разделении рецесса на три-четыре отдельные секции в принципе не может быть значительным.

При увеличении угла крена это различие еще более уменьшается (рис. 3), поскольку при $\Theta > \Theta_2 \cong 6t/B_p$ (где t – глубина рецесса, B_p – ширина рецесса, количество секций – 3) часть днища рецесса омывается водой, и на этих участках распределение давлений по ширине днища имеет традиционную линейную зависимость от угла крена.

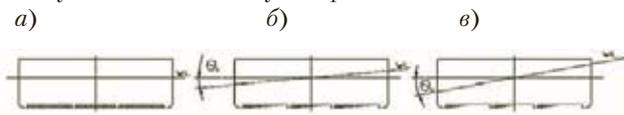


Рис. 3. Форма и объем каверны при наклонениях судна:

$$a - \Theta_0 = 0, V_k = V_p; \quad б - \Theta_1 = 3t/B_p, V_k \cong \frac{1}{2} V_p; \\ в - \Theta_2 = 6t/B_p, V_k \cong \frac{1}{4} V_p$$

Необходимо отметить, что при наклонениях судна объемы каверн в различных продольных секциях рецесса могут отличаться друг от друга даже при равных геометрических размерах и объемах секций. Обусловлено это тем, что в секции «входящего» борта повышение давление в каверне может воспрепятствовать утечке воздуха и вызвать сжатие каверны, в то время как в секции выходящего борта утечка воздуха неизбежна.

При наклонениях часть находящегося в рецессе воздуха стравливается в атмосферу по «выходящему» борту, при этом происходит потеря части водоизмещающего объема, а осадка судна возрастает. Эта особенность становится заметной и оказывает соответствующее влияние на характеристики устойчивости уже при малых наклонениях судна. Так, у навалочника дедейтом около 70 000 т при крене $\Theta_1 \cong 7^\circ$ каверны занимают примерно половину, а при $\Theta_2 \cong 14^\circ$ примерно четверть объема рецесса, осадка при этом увеличивается. Дополнительный учет дифферента, возникающего при наклонении судна (вследствие несимметричного расположения рецесса относительно ЦТ судна), приводит к увеличению потери водоизмещения.

Расчет устойчивости при качке судна с УСЕК выполняется без учета изменений объемов каверн в результате непрерывной подачи воздуха в каждую секцию рецесса. Такое допущение представляется вполне оправданным, поскольку периоды качки судов составляют секунды, а объемы подаваемого за это время воздуха – доли процента общего объема рецесса. При построении метода расчета посадки и устойчивости судна с УСЕК для простоты полагается также, что рецесс в днище имеет «ящичную форму», т. е. не имеет наклонного кормового свода. Это упрощает решение без существенного ущерба для точности расчетов, поскольку протяженность кормового свода не превышает 6–7% от общей длины рецесса, а увеличение объема рецесса при этом упрощении не превышает 3–3,5%. Полагается также, что секции рецесса ЛБ и ПрБ имеют одинаковую геометрию, а глубина рецесса во всех секциях одинакова.

Указанные особенности учитываются в разработанной Ю. М. Фишкисом программе расчета посадки и устойчивости судна, оборудованного устройством для создания внутри рецесса в днище единой воздушной каверны (УСЕК). Программа включена в состав задачи «Проверка устойчивости по нормам Регистра и ИМО» пакета программ подсистемы «Статика» САПР «Проект 1». Первоначально программа определяет посадку судна при максимально возможном заполнении рецесса воздухом, причем как при отсутствии, так и при наличии начального крена.

Особенность расчета устойчивости судна с каверной на днище состоит в нахождении при наклонении судна объемов каверн в различных продольных секциях рецесса $V_i = V(\theta_i)$ и давлений в них $P_i = P(\theta_i)$, от которых зависят значения сил поддержания и восстанавливающих моментов.

Значения сил поддержания и моментов этих сил, входящих в уравнение равновесия судна, для судна с каверной на днище, можно представить в виде суммы сил и моментов судна с рецессом в днище, но без воздуха в нем (определяются традиционными способами) и дополнительных сил и момен-

тов, обусловленных наличием каверны. Расчет устойчивости судна с каверной на днище выполняется в два этапа.

На *первом этапе* выполняется расчет утечек воздуха из секций рецесса при первом наклонении до заданного угла крена θ . Значения P_i и V_i в заданном интервале углов крена для каждой продольной секции рецесса определяют из условия изотермического сжатия или расширения воздуха в каверне с учетом утечек воздуха в атмосферу при наклонениях судна. Для определения величин P_i и V_i для каждой секции рецесса (и при каждом угле крена) определяется расчетная точка – одна из четырех нижних точек секции, которая имеет наименьшее погружение с учетом крена и свободного дифферента, сопровождающего наклонение. Это либо кормовая, либо носовая точка выходящей кромки секции в зависимости от знака дифферента.

Поверхность раздела сред «воздух–вода», проходящая через расчетную точку, всегда параллельна горизонту и поэтому определяет как максимально возможный объем каверны в этой секции, так и давление в ней (по отстоянию от плоской ватерлинии). На рис. 4, а и б схематически показаны поперечные сечения входящей в воду секции и возможные положения поверхности воды в них при наклонениях.

Чтобы определить равновесное положение поверхности воды в секции, произведение P_{i+1} на V_{i+1} следует сравнить с таким же произведением при предыдущем i -м угле крена ($\theta_i < \theta_{i+1}$).

Если $P_{i+1} \cdot V_{i+1} < P_i \cdot V_i$, (1) то при наклонении происходит утечка воздуха через выходящую кромку секции (рис. 4, а), в противном случае – сжатие воздуха (рис. 4, б). Соотношение (1) всегда выполняется для выходящего борта. Для входящего борта объем воздуха в секции зависит от расстояния расчетной точки секции до диаметральной плоскости. Выяснение этой зависимости важно для оценки проведения судна после единичного наклонения (например, при циркуляции судна).



Рис. 4. Поперечное сечение секции рецесса и возможное положение поверхности воды в ней при наклонении

На выходящей кромке (см. рис. 4, а) поверхность воды в секции проходит через расчетную точку C , лежащую на нижней кромке киля. Для крайней секции входящего в воду борта (до угла крена, при котором вода замыкает свод секции, т. е. до $\theta \leq \arctg(z_k/b)$) можно записать

$$P_{i+1} V_{i+1} = \gamma \cdot b \cdot l \cdot [T \cos \theta + (B/2 - b) \sin \theta + p_a (z_k - b \cdot \operatorname{tg} \theta) / 2], \quad (2)$$

где γ – удельный вес воды t/m^3 , T – средняя осадка, м, θ – угол крена, град.; B – полная ширина каверны, м; b – ширина одной секции рецесса, м; l – длина рецесса, м; t – глубина рецесса, м; z_k – высота килей, отмеренная от основной плоскости, м; p_a – атмосферное давление, м вод. ст.

Если производная от этого выражения по углу крена меньше нуля, то условие (1) выполняется и происходит утечка воздуха из секции (см. рис. 4, а), если больше нуля – то в секции рецесса происходит поджатие воздуха (см. рис. 4, б).

Представляет интерес при каких условиях имеет место поджатие воздуха в секции рецесса и утечки воздуха в атмосферу не происходит (в этом случае после прекращения действия кренящего момента судно будет иметь некоторый «остаточный» крен).

Производная от выражения (2) по углу крена при нулевом крене имеет вид

$$\frac{d(P_{i+1} V_{i+1})}{l \gamma d \theta} = (B/2 - b) \cdot b \cdot z_k - (T + p_a) b^2 / 2. \quad (3)$$

Анализ выражения (3) показывает, что для значений T и z_k , характерных для реальных судов, это выражение отрицатель-

но. Если обозначить $m = b/B$, то видно, что выражение (3) становится положительным только при $m \geq \frac{z_k}{2[z_k + (T + p_a)/2]}$.

Если, например, принять как у навалочника дедвейтом 70 000 т $T=13$ м и $z_k=1$ м, то $m \approx 1/25$, т.е. при равной ширине секций и количестве боковых килей, меньшем 24, неравенство (1) выполняется. Это значит, что для всех реальных случаев при накренении судна происходит утечка воздуха через выходящие кромки секций, независимо от того, на каком борту эти секции находятся.

На *втором этапе* моделируются второе и последующие накренения судна. В качестве расчетного состояния воздушной каверны в каждой секции принимается то, которому соответствует наименьшее произведение давления воздуха на его объем, вычисленное на первом этапе с учетом утечек воздуха, поскольку согласно принятому допущению пополнение каверны воздухом вследствие работы компрессора в процессе качки судна не учитывается. По этой причине наименьшее произведение $P_i V_i$ соответствует наибольшему из рассматриваемых углов накренения. Неравенство 1 при этом обращается в равенство, поскольку утечки воздуха из рецесса не происходит. Расчет объема воздуха в секциях, т.е. расчет положения точки C на пересечении поверхности воды и продольного киля, носит итерационный характер. При этом полагается, что в симметричных относительно ДП секциях при втором и последующих накренениях воздушные каверны одинаковы. Это вносит некоторую погрешность, которая впоследствии может быть устранена (в общем случае процесс не должен ограничиваться двумя приближениями).

Следует оценить величины возможных остаточных углов крена после воздействия односторонних кренящих моментов, вызванных, например, циркуляцией или ветром. В этом случае после прекращения воздействия такого момента судно не вернется в вертикальное положение, а будет иметь крен на противоположный борт вследствие различия объемов утечек воздуха из бортовых секций рецесса в результате расширения воздуха в секции выходящего из воды борта и сжатия воздуха на противоположном борту. Величина этого остаточного угла крена не превышает угла крена, вызванного исходным воздействием статического момента. Через небольшой промежуток времени этот крен будет устранен в результате работы компрессора. Для примера: объем рецесса в днище балкера типа «Невский» грузоподъемностью 3500 т составляет ~ 340 м³, а время полного заполнения рецесса воздухом при работе двух компрессоров – ок. 6 минут. Иными словами, через несколько минут объем каверны в различных секциях рецесса выравнивается, и судно вернется в вертикальное положение.

Ниже в приведены результаты расчета нормируемых параметров остойчивости для одного состояния нагрузки навалочника дедвейтом около 70 000 т:

Характеристика	Вариант			
	1	2	3	4
Осадка на миделе, м	13,01	13,55	13,53	–
Осадка носом, м	12,96	13,57	13,56	–
Осадка кормой, м	13,06	13,53	13,51	–
Поперечная МЦВ с учетом поправок, м	2,55	3,19	2,87	$\geq 0,15$
Поправка к поперечной МЦВ, м	0	0	0,321	–
Продольная МЦВ с учетом поправок, м	314	319	266	–
Поправка к продольной МЦВ, м	0	0	64	–
Угол максимума диаграммы остойчивости, град.	30,57	29,72	29,90	$\geq 30^\circ$ (25°)
Максимальное плечо диаграммы остойчивости, м	1,18	1,30	1,31	$\geq 0,2$
Коэффициент уменьшения амплитуды качки	1	0,7	0,7	–
Амплитуда бортовой качки, град.	20	15	15	–
Площадь боковой парусности, м ²	2245	2122	2126	–
Возвышение центра парусности над ВЛ, м	8,00	7,90	7,91	–

Характеристика	Вариант			
	1	2	3	4
Кренящее ветровое плечо, м	0,020	0,019	0,019	–
Критерий погоды	3,21	5,43	5,49	$\geq 1,0$
Критерий ускорения	1,99	1,43	2,1	$\geq 1,0$
Площади под диаграммой статической остойчивости, м ² рад:				
до 30°	0,361	0,422	0,420	$\geq 0,055$
до 40°	0,561	0,643	0,640	$\geq 0,09$
от 30 до 40°	0,200	0,220	0,221	$\geq 0,03$
Крен от статического действия ветра, град.	0,45	0,34	0,35	$\leq 16^\circ$

Примечания: рассмотрены три варианта: 1 – традиционное базовое судно без УСЕК; 2 – судно с УСЕК, но без воздуха в рецессе; 3 – судно с каверной после накренения на 40° (для проверки остойчивости по Правилам РМРС и ИМО) при полном начальном заполнении рецесса воздухом. 4 – приведены значения нормативов остойчивости согласно Правилам РМРС, т. 1, ч. IV, п. 2.2.1.

Угол максимума диаграммы статической остойчивости по согласованию с Регистром может быть уменьшен до 25° (Правила РМРС).

Диаграммы статической остойчивости для всех трех вариантов нагрузки строились до угла крена 40°. При таких больших углах накренения объем воздушной каверны для данного судна сокращается с 3560 м³ до 186 м³ и влияние воздушной каверны оказывается несущественным. Поэтому результаты расчетов, приведены во втором и третьем столбцах, очень близки.

В расчетах амплитуды качки предполагалось, что продольные кили в рецессе играют роль, сходную со скуловыми килями. В связи с этим для вариантов 2 и 3 коэффициент уменьшения расчетной амплитуды качки на влияние скуловых килей принят равным 0,7 (меньшее значение Правилами Регистра и ИМО не предусматривается).

Следует отметить уменьшение продольной метацентрической высоты вследствие влияния воздушной каверны. При очень большой протяженности рецесса это уменьшение может быть значительным, поэтому необходимость сохранения положительной продольной МЦВ является одним из ограничений при выборе размеров рецесса. Как уже отмечалось выше, все расчеты выполнялись в предположении, что секции каверны не сообщаются между собой по воздуху.

На основании выполненных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Показатели остойчивости судна с воздушной каверной в рецессе (вариант 3) по сравнению с традиционным судном-аналогом (вариант 1) не ухудшаются и удовлетворяют требованиям Правил РМРС.

2. Более того, по крайней мере для навалочника дедвейтом около 70 000 т нормируемые показатели остойчивости оказываются чуть более высокими, чем для традиционного аналога (особенно по критерию погоды). Применительно к судам других типов, рекомендуемых для использования УСЕК, этот вывод подлежит уточнению по мере накопления опыта.

3. Остойчивость судна с каверной в рецессе (вариант 3) по большинству нормируемых показателей весьма незначительно превосходит показатели того же судна с УСЕК, но без воздуха в рецессе (вариант 2). Исключение составляют поперечная МЦВ, угол максимума диаграммы статической остойчивости и критерий ускорения.

4. Продольная МЦВ у судна с каверной в рецессе заметно меньше, чем у традиционного аналога. Однако для реальных судов, на которых применили УСЕК, является целесообразным, это обстоятельство не представляет какой-либо угрозы для безопасности плавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутузов А. А., Горбачев Ю. Н., Иванов А. Н., Эллер А. О. Судно с воздушной прослойкой под днищем. Патент на изобретение № 1145587, 1996.
2. Потапов О. Ф., Старобинский В. Б. Оценка остойчивости судов, оборудованных системой воздушной смазки. – Тр. ЛИВТ. – 1968. – Вып. 113. ■

Принятые сокращения:

АГДК – аэрогидродинамическая компоновка
БПЛА – беспилотный летательный аппарат
ВП – воздушная подушка
БПВ – беспилотный вертолет
БПС – беспилотный самолет
ГМУ – гидрометеорологические условия
ДУНК дистанционно-управляемый необитаемый катер
ЛА – летательный аппарат
НАВП – необитаемый аппарат на воздушной подушке
НАЭ – необитаемый аппарат экранопланного типа
СВП – судно на воздушной подушке
ЭТХ – эксплуатационно-технические характеристики

В ряде технически и экономически развитых стран ведется строительство водоизмещающих ДУНК военного назначения, используемых для решения отдельных задач, с классическими и близкими к ним гидродинамическими обводами корпусов обитаемых катеров. Зарубежный опыт применения ДУНК для решения военных задач продемонстрировал их эффективность, что позволяет считать эти средства перспективными новейшими комплексами. При этом, не являясь амфибийными многоцелевыми и имея относительно низкую мореходность, ограниченную надежность, высокую стоимость, они ограниченно пригодны для решения гражданских задач. В этой области решение некоторых задач целесообразно с использованием ДУНК, в частности НАВП и НАЭ, являющихся амфибийными и самыми высокоскоростными. Их дальнейшее развитие возможно по двум основным направлениям, позволяющим создавать амфибийные НАВП и НАЭ [1, 3], летящих над опорными поверхностями и скеговых и водоизмещающих [2].

Создание НАВП и НАЭ требует решения значительного числа проблем, изучения технических особенностей конструкций, разработки, обеспечения высокого уровня ЭТХ, надежности, ремонтпригодности, малой стоимости создания и использования, поиска новейших технологических решений. Создание и развитие отечественных ДУНК гражданского назначения сдерживается отсутствием современных требований, предъявляемых к их конструкциям, бортовому оборудованию, силовым установкам, ЭТХ, прочности, условиям эксплуатации, летных ТХ, мореходности, управляемости, ходкости. Значительные преимущества, обозначенные ниже, свидетельствуют о целесообразности и актуальности создания отечественных НАВП и НАЭ гражданского назначения.

Преимущества НАВП и НАЭ:

– высокая амфибийность и проходимость, высокоскоростное движение

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ НЕОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ПРИНЦИПАМИ ПОДДЕРЖАНИЯ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*А. А. Шилкин, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник
ФГУП «Крыловский государственный научный центр»,
контакт. тел. (812) 415 4776, +7 (911) 180 1891*

на воздушной подушке (ВП) над спокойной и взволнованной поверхностью воды и всеми видами экранов (земля, мелкий битый лёд, мягкий, твердый, рыхлый мокрый снежный настил, мягкий болотистый грунт, мелкие и крупноразмерные камни, песчаные отмели и т.д);

– более низкая в сравнении с обитаемыми судами и кораблями стоимость создания и решения одинаковых задач с существенно меньшими эксплуатационными расходами;

– отсутствие экипажа и необходимости размещения оборудования и систем обеспечения жизнедеятельности экипажа с соответствующим сокращением требований и ограничений и возможностью разработки и внедрения наиболее простых и отработанных конструктивных решений;

– малые массогабаритные характеристики и возможность реализации простых технологических схем сборки аппаратов за счет применения в больших объемах неметаллических конструкций;

– возможность «висения» на ВП над поверхностями любых типов с оперативным переходом к водоизмещающему режиму и обратно, обеспечивающая высокую мобильность аппаратов, а также многоцелевого применения и достижения высокой рентабельности;

– хорошая адаптация к конструктивно-компоновочным схемам обитаемых СВП и экранопланам как основе создания в интересах размещения подъемных платформ и аппарелей и проведения погрузочно-разгрузочных работ.

НАВП и НАЭ можно использовать для решения задач пяти-шести групп, в каждой из которых по две-три. Это делает перспективным дальнейшее развитие аппаратов. В число названных задач входят следующие:

– участие в управлении движением водного, воздушного, автомобильного транспорта, патрулировании акваторий морских и океанских портов, внутренних водных путей и обеспечении информационной безопасности;

– осуществление охранно-сторожевых функций особо важных объектов

и при проведении массовых мероприятий с большим количеством людей на берегах акваторий и водной поверхности с наблюдением за экологической безопасностью;

– участие в поисково-спасательных операциях и мероприятиях в районах со сложными климатическими, географическими, экологическими условиями, представляющими непосредственную угрозу для человеческой жизни;

– оперативная доставка грузов первой необходимости и оказания медицинской помощи при стихийных бедствиях, возникновении чрезвычайных ситуаций в любых гидрометеорологических условиях (ГМУ), в разное время суток и года, в любых регионах страны и планеты;

– участие в решении задач рыбнадзора и противодействия браконьерству в любых ГМУ, в любое время суток и года, в разных регионах страны и планеты, в акваториях морей и океанов и на внутренних водных путях;

– выполнение функций летающей лаборатории при проведении испытаний, а именно аэрогидродинамических, силовых установок, бортовых систем разного назначения (безопасности, гидравлических, воздушных, навигационных, поиска, обнаружения и слежения за любыми стационарными, подвижными, энергоизлучающими и неизлучающими воздушными, береговыми, надводными, подводными объектами, автоматического управления);

– участие в проведении вулканологических исследований;

– участие в операциях по борьбе с пожарами.

Высокая амфибийность и проходимость НАВП и НАЭ позволит повысить оперативность доставки необходимого оборудования в различные районы, в том числе береговые, со сложными географическими условиями, исключая возможность потерь участвующих в операциях и обеспечивая их применение в сложных ГМУ с возможным снижением стоимости эксплуатационных расходов.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАВП И НАЭ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Решение с высокой эффективностью некоторых задач, например при поисково-спасательных операциях в районах со сложными климатическими, географическими, экологическими условиями, в разное время суток и года, может потребовать группового использования НАВП или НАЭ при обеспечении безопасности их совместного движения. Для решения этой задачи необходимо создание малоразмерных, легких, быстродействующих автоматических систем безопасности, предотвращающих столкновения аппаратов с любыми объектами, поэтому при создании ДУНК это имеет определяющее значение. Отсутствие бортовых систем безопасности не позволит осуществлять безаварийную эксплуатацию групп НАВП (НАЭ) в сложных ГМУ при сокращении дальности визуальной видимости в дневное и ночное время. Относительно просто безопасность движения одиночных НАВП, НАЭ и их групп при разных режимах управления будет обеспечиваться на небольших удалениях от пунктов управления и при больших дальностях обнаружения бортовых средств наблюдения. Управление движением групп НАВП или НАЭ с контролем работы бортовых систем существенно увеличивают психологическую нагрузку на оператора и напряженность его работы, но при малых удалениях аппаратов относительно пунктов управления их пространственное положение относительно любых объектов, находящихся в полосе и на траекториях движения, хорошо распознаваемо и понятно. Безопасность группового движения НАВП и НАЭ на загоризонтных дальностях будет обеспечиваться программным управлением и определяться совершенством бортовой системы безопасности каждого из аппаратов группы. Вероятность столкновения НАВП и НАЭ с любыми объектами на открытых акваториях будет существенно ниже, чем в портах и на внутренних водных путях с большим числом препятствий. Создание НАВП и НАЭ, их испытания и организация серийного производства требуют значительного времени. Оно может существенно возрасти при задержках в обеспечении характеристик устойчивости, управляемости аппаратов, что требует формирования эффективных АГДК и систем управления. Предъявляемые к системам управления комплексами НАВП и НАЭ требования могут быть весьма многочисленными, основные из них приведены ниже:

– информационное обеспечение и поддержка операторов управления комплексов НАВП и НАЭ требуют наличия цветных, черно-белых TV- и видеокамер дневного и ночного видения

с высоким разрешением, РЛС и ИК систем кругового или бокового обзора, позволяющих обнаруживать и классифицировать одиночные и групповые объекты в любых ГМУ, в различное время суток и года;

– информация о пространственном положении, характере движения, параметрах работы силовой установки и других систем НАВП и НАЭ, предоставляемая оператору (операторам) управления, должна отображаться на многофункциональных дисплеях в реальном или максимально близком к нему масштабах времени;

– на многофункциональном дисплее оператора управления постоянно отражающимися значениями параметров должны быть: углы дифферента, курсовых углов, крена, скольжения, сноса, атаки, тангажа, высоты полета, скорости хода, давления в ВП, остатка топлива, оборотов двигателей, температур и давления масла и топлива;

– на экранах компьютеров пунктов управления комплексами НАВП и НАЭ должно обеспечиваться всеракурсное отображение окружающей обстановки в районе движения аппарата, а именно: местности, воздушного пространства в полосе движения, прямо по курсу, сзади, по левому и правому бортам и при необходимости в верхней полусфере;

– начальная подготовка операторов комплексов НАВП и НАЭ (например, III класса), осуществляемая в интересах организаций, департаментов, ведомств, коммерческих структур, должна формировать устойчивые навыки управления несколькими ДУНК в любых ГМУ, принятия оптимальных решений в сложных ситуациях, не превышая трех-четырех месяцев, имея невысокую стоимость.

Размещение в надпалубном пространстве НАВП и НАЭ цветных, черно-белых TV- и видеокамер дневного и ночного видения обеспечит постоянное визуальное наблюдение за надстройками, комплексами, окружающей обстановкой на любых этапах движения. Состояние систем НАВП и НАЭ должно отражаться на многофункциональных дисплеях операторов управления в виде световых отметок, надписей, трафаретов, высвечивающихся определенным светом, изменяющимся в зависимости от состояния систем и при их отказах сопровождаться звуковой сигнализацией и работой речевой системы предупреждения. Системы связи НАВП и НАЭ должны обеспечивать эффективный высокоскоростной двухсторонний обмен информацией в реальном масштабе времени и вместе с автоматизированными системами управления минимизировать участие оператора в управлении, максимально уменьшая объемы выполняемых им операций, увеличивать время конт-

роля и наблюдения за текущими условиями в районе работы. Наибольшая точность маневрирования НАВП и НАЭ и их групп с самостоятельным возвращением в точку базирования в аварийных ситуациях и при потере контакта с оператором будет обеспечиваться программным управлением и бортовыми ЭВМ, что усложнит и увеличит стоимость навигационных комплексов и систем управления, но одновременно повысит эксплуатационную надежность и безопасность применения. Расположение на летательных аппаратах (ЛА) пунктов управления НАВП и НАЭ с обеспечением возможности последних самостоятельно выходить в районы решения задач и возвращаться, позволит выдвигающимися на заданные удаления в их направлении ЛА сократить дальности, обеспечить двухстороннюю передачу информации без применения ретрансляторов. Минимизация навигационных ошибок для повышения точности маневрирования НАВП, НАЭ и их групп в любых ГМУ требует применения бортовых спутниковых комплексов навигации. Достижение наилучших ЭТХ НАВП и НАЭ для решения возлагаемых на них задач с вероятностью 0,95–0,97 возможно только при наличии единых информационно-управляющих систем, интегрирующих и обрабатывающих информацию, получаемую от систем управления силовыми установками, комплексами навигации, средствами поиска и обнаружения объектов.

Наличие информационно-управляющих систем обеспечит соответствие НАВП и НАЭ предъявляемым к ним наиболее «жестким» требованиям и нормам годности, являющимися инструментом качественных и количественных оценок совершенства, отсутствующим в настоящее время, что позволит сертифицировать аппараты и производить их серийно. Очевидно необходимо разработать основополагающие документы, а именно: «Требования, предъявляемые к ДУНК с водоизмещающими и динамическими принципами поддержания гражданского назначения», «Нормы годности ДУНК гражданского назначения с водоизмещающими и динамическими принципами поддержания», «Методы оценки соответствия эксплуатационно-технических и экономических характеристик водоизмещающих и с динамическими принципами поддержания ДУНК нормам годности». Эти документы будут способствовать улучшению НАВП, НАЭ и их ЭТХ, повышению безопасности эксплуатации НАВП и НАЭ, способствовать совершенствованию их конструкций, а именно уменьшению масс, улучшению приспособленности к размещению оборудования и проведению погрузочно-разгрузочных

операций, повышению конструктивной и эксплуатационной надежности, защиты, прочности. Обеспечение высокого уровня безопасности конструкций НАВП и НАЭ и применяемых конструкционных материалов будет означать отсутствие материального ущерба при возможных столкновениях с разными объектами и людьми в ходе возникновения аварийных ситуаций. Общие конструктивно-компоновочные схемы НАВП и НАЭ, агрегаты, узлы, элементы конструкций должны при столкновениях исключать возможность нанесения тяжелых травм, увечий, что возможно при применении модульных крупнопанельных легких, прочных неметаллических конструкций, разделяющихся при ударах на мелкие части. Высокая безотказность бортовых систем, узлов, агрегатов НАВП и НАЭ, дублирование и резервирование управляющих функций обеспечат безопасность эксплуатации аппаратов в любых условиях. Первоначальная оценка показала, что для функционирования НАВП и НАЭ необходимы следующие бортовые системы:

- управления двигателями;
 - управления аэродинамическими поверхностями;
 - управления бортовыми радиолокационными и электронно-оптическими средствами поиска, обнаружения и наблюдения;
 - управления подъемно-двигательными комплексами;
 - управления электрическими и электро-механическими приводами бортового оборудования и аппаратуры;
 - бортовые и стационарные (находящиеся, в пунктах управления) связи и передачи данных;
 - энергоснабжения;
 - гидравлические;
 - воздушные;
 - топливные;
 - навигационные.
- бортовые автоматические системы безопасности, предотвращающие столкновения с любыми объектами, осуществляющие увод с опасной высоты полёта (для НАЭ).

Двух- или четырехкратное резервирование каналов управления основными системами современных транспортных средств обеспечивает управление ими и длительное функционирование после появления отказов [4]. Эффективность автоматической бортовой системы безопасности движения НАВП и НАЭ определяется ее быстродействием и точностью, позволяющими предотвращать возможные столкновения с любыми объектами после их обнаружения на максимальной дальности. Успешность применения НАВП и НАЭ во многом будет зависеть от качества видео- и фотоинформации, получаемой в реальном масштабе времени с помощью бортовых черно-белых и цветных

TV- и видеокамер ночного и дневного видения. Полученная информация может храниться в электронных библиотеках и архивах пунктов управления комплексами для оперативного использования в навигационных системах, автопилотах, автоштурманах автоматической выработки решений управления. Задача автоматического распознавания и классификации образа обнаруженных объектов с выделением их отдельных участков в любых условиях эксплуатации, современными бортовыми черно-белыми и цветными видео- и TV-камерами дневного и ночного видения сегодня является основной нерешенной задачей. Ее эффективное решение могут обеспечить бортовые комплексы технического зрения, принципиально отличающиеся по ЭТХ и возможностям от электронно-оптических, TV- и видео систем, что требует формулирования предъявляемых к ним требований. Главной конструктивной особенностью создаваемых ДУНК является наличие в их составе роботизированных систем наиболее высокого уровня, автоматически адаптирующихся к изменениям внешней среды [6], что позволит достичь максимально высокой эффективности в любых условиях эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. При решении определенных задач в гражданской области целесообразно использовать морские комплексы принципиально нового типа с НАВП, НАЭ и ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания, требующими их дальнейшего изучения и совершенствования.

2. При создании НАВП, НАЭ и ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания основными задачами являются обоснование и формирование их конструктивно-компоновочных схем, что обеспечит получение требуемых характеристик продольной и поперечной устойчивости, остойчивости, мореходности и управляемости при движении по спокойной и взволнованной поверхности воды и над опорными поверхностями любых типов, .

3. Прогнозирование влияния применяемых конструктивных и проектных решений на характеристики разрабатываемых НАВП, НАЭ, ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания, разными массогабаритными характеристиками планеров, корпусов, бортового оборудования, полезной нагрузки, топлива должно осуществляться на основе отечественного и зарубежного опыта создания подобных обитаемых судов, кораблей, ЛА.

4. Максимальное расширение функциональных возможностей, повышение уровня эксплуатационной безопасности и амфибийности НАЭ с различными

ми конструктивно-компоновочными и внешними архитектурными схемами, обеспечивающими устойчивое движение по спокойной и взволнованной поверхности воды и над любыми опорными поверхностями, требует реализации самолетных режимов полета до высот ок. 2000 м.

5. Целесообразно при создании НАВП, НАЭ, ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания применение отечественной судостроительной и авиационной промышленностью неметаллических конструкционных материалов.

6. Единственными авиационными комплексами, пригодными для постоянного базирования на НАВП, НАЭ и ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания, предельно усложняющими их конструкцию и одновременно максимально повышающими целевую эффективность, являются микро- и малоразмерные БПВ и БПС.

7. Авиационные комплексы, создаваемые для НАВП, НАЭ, ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания и постоянным базированием микро и малоразмерных БПВ и БПС, имеющие необходимые технические средства обслуживания и эксплуатации ЛА, целесообразно разрабатывать только как автоматически адаптирующиеся к внешним условиям робототехнические системы с манипуляторами, обладающими большим числом степеней подвижности.

8. Постоянное базирование на НАВП, НАЭ, ДУНК с водоизмещающими принципами поддержания бортовых авиационных комплексов, имеющих необходимые авиационно-технические средства обслуживания и эксплуатации, с микро- и малоразмерными БПВ и БПС, обеспечивается наличием автоматических средств взлета и посадки с требуемым уровнем безопасности в сложных ГМУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенца Ю. Ю., Колызаев Б. А., Дьяченко В. К., Литвиенко В. А., Озимов И. В., Смирнов С. А. Основы теории судов на воздушной подушке. –Л.: Судостроение, 1970. – 456 с.
2. Макливи Р. Суда на воздушной подушке. –Л.: Судостроение, 1981. – 208 с.
3. Маскалик А. И., Колызаев Б. А., Жуков В. И., Радовичский Г. Л., Синицын Д. Н., Загорюлько Л. К. Экранопланы: Особенности теории и проектирования. – СПб.: Судостроение, 2000. – 320 с.
4. Галлай М. Л. Полёт самолёта с неполной и несимметричной тягой. –М.: Машиностроение, 1970. – 192 с.
5. Котик М. Г., Филлипов В. В. Полёт на предельных режимах. –М.: Воениздат, 1977. – 239 с.
6. Е. П. Попов, Г. В. Письменный. Основы робототехники. Введение в специальность. –М.: Высшая школа, 1990. – 224 с. ■

Перспективы расширения освоения морских районов углеводородного сырья обуславливают повышение технического уровня объектов морского нефтепромысла [1], что способствует росту требований к качеству работ судов нефтяного флота. При этом в мировом судостроении наблюдается тенденция создания многоцелевых судов (Construction vessel) [2], что приводит к повышению эффективности обслуживания объектов морского нефтепромысла.

Обычно такие суда объединяют в себе верхнее строение и участвующие в работе технологическое оборудование. Однако для определения оптимального взаимодействия верхнего строения и установленного на судне технологического оборудования на стадии разработки проекта перспективного судна необходима отработанная методика, отсутствие которой часто приводит к простоям отдельных единиц оборудования.

Для обеспечения оптимального взаимодействия предполагаемого к установке на судне технологического оборудования следует оптимизировать их характеристики. Для решения этой задачи необходимо сделать выбор критериев оптимизации устанавливаемого на перспективном судне технологического оборудования.

На судне в качестве такого оборудования предусмотрена установка трубоукладочного и кабелеукладочного оборудования, водолазного комплекса, необитаемого подводного телеуправляемого аппарата (ROV аппарат) и системы бурового и тампонажного раствора.

Структурная схема взаимовлияния критериев оптимизации на технологическое оборудование приведена на рис. 1.

Как видно из рисунка, в качестве критериев оптимизации трубоукладочного оборудования принимаются диаметр укладываемых труб и глубина укладки. Задачу оптимизации предусматривается формировать целевой функцией трубоукладочного оборудования

$$U_{Т.У.} = f(X_{Д.тр.}, X_{Г.тр.}), \quad (1)$$

где $X_{Д.тр.}$ – диаметр укладываемых труб; $X_{Г.тр.}$ – глубина укладки.

В качестве критериев оптимизации кабелеукладочного оборудования принимаются сечение укладываемого кабеля и глубина кабелеукладки, при этом целевая функция кабелеукладочного оборудования имеет вид

$$U_{К.У.} = f(X_{С.тр.}, X_{Г.к.}), \quad (2)$$

где $X_{С.тр.}$ – сечение укладываемых кабелей; $X_{Г.к.}$ – глубина кабелеукладки.

В качестве критериев оптимизации водолазного комплекса принимаются глубина погружения и количество одно-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО СУДА С КРАНОМ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 300Т

Расим Джавад оглы Баширов, д-р техн. наук, проф., ректор, Ойрад Мамедрагим оглы Абдуллаев, докторант, Азербайджанская государственная морская академия, контакт. тел. +7 (99412) 493 3644, +7 (99450) 263 8545



Рис. 1. Структурная схема влияния критериев оптимизации на технологическое оборудование

временно работающих водолазов. Учитываются также потребные характеристики работ технологического оборудования с участием водолазного комплекса, глубины трубоукладки и кабелеукладки. Характеристика водолазного комплекса формируется целевой функцией водолазного комплекса

$$U_{В.К.} = f(X_{Г.погр.}, X_{Ч.вод.}, X_{Н.тр.}, X_{Н.к.}), \quad (3)$$

где $X_{Г.погр.}$ – глубина погружения; $X_{Ч.вод.}$ – количество одновременно работающих водолазов.

В качестве критериев оптимизации необитаемого телеуправляемого подводного аппарата (ROV аппарат) принимается глубина погружения, на которую, в свою очередь, влияет глубина трубоукладки и глубина кабелеукладки. В задаче предполагается определить разумный максимум в зависимости от потребных работ и возможностей современной техники. Характеристика ROV аппарата

$$U_{ROV} = f(X_{Г.погр.}, X_{Н.тр.}, X_{Н.к.}), \quad (4)$$

где U_{ROV} – целевая функция необитаемого телеуправляемого подводного аппарата; $X_{Г.погр.}$ – глубина погружения

(при обслуживании объектов морского нефтепромысла).

В качестве критериев оптимизации системы заливки тампонажного и бурового раствора (MUD) принимается его объем. При этом потребный объем бурового или тампонажного раствора формирует целевую функцию, характеризующую систему заливки:

$$U_{MUD} = f(X_{V.муд.}), \quad (5)$$

где $X_{V.муд.}$ – объем применяемого раствора.

Таким образом, предлагается выделить и систематизировать критерии оптимизации предполагаемого к установке технологического оборудования, применяемого при обслуживании объектов морского нефтепромысла.

Рецензент: **Н.Ш. Исмаилов**, д-р техн. наук, проф.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симаков Г.В. и др. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе. – Л.: Судостроение, 1997. – 328 с.
2. Караев Р.Н. Морские нефтегазопромысловые плавучие сооружения. – Баку: Изд. Бакин. ун-та – 2002. – 328 с. ■

В качестве основного средства для обеспечения посадки летательного аппарата (ЛА) на палубу авианесущего корабля используется аэрофинишер, представляющий собой тормозное устройство, обеспечивающее захват предварительно натянутым поперек посадочной полосы приемным тросом.

В настоящее время широкое распространение имеют аэрофинишеры полиспастно-гидравлического типа. Указанные аэрофинишеры показали свою высокую надежность в работе, простоту при изготовлении и эксплуатации, однако они имеют и недостатки. Существенным недостатком установок данного типа являются их большие массогабаритные характеристики, что не позволяет их использовать на кораблях малого водоизмещения. Кроме того, совершенствование корабельных аэрофинишеров полиспастно-гидравлического типа с целью повышения их энергоемкости связано с еще большим увеличением массогабаритных характеристик, а также с усложнением конструкции в целом вследствие неизбежного увеличения максимального давления рабочей жидкости в системе.

Все это заставляет искать новые конструктивные решения для аэрофинишеров в целях развития палубной авиации. Первым из таких направлений является разработка аэрофинишера на основе роторных энергопоглочителей гидродинамического типа.

Аэрофинишер – это сложное техническое устройство, отличающееся высокой энергоемкостью, способностью воспринимать большую мощность с высокой скоростью перемещения своих элементов, при этом к нему предъявляется ряд жестких требований. Он должен:

- иметь высокую надежность и стабильные тормозные характеристики;
- обеспечивать посадку ЛА с широким диапазоном посадочных скоростей и масс;
- иметь минимальные массу и габаритные размеры.

Последнее требование обусловлено тем, что основные элементы аэрофинишера, а именно: машина тормозная, демпфирующие устройства и другие, находятся непосредственно под верхней палубой, ограничивая тем самым пространство для размещения оборудования и, кроме того, существенно влияя на остойчивость корабля.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ АЭРОФИНИШЕРОВ НА ОСНОВЕ РОТОРНЫХ ЭНЕРГОПОГЛОТИТЕЛЕЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТИПА

Аэрофинишеры состоят из приемного троса, роторного гидродинами-

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К СОВРЕМЕННЫМ КОРАБЕЛЬНЫМ АЭРОФИНИШЕРАМ

А. В. Канаев, аспирант ТСМ СПбГМТУ, инженер-конструктор
ЗАО «ЦНИИ СМ»,
контакт. тел. (812) 640 1051, +7 (904) 555 9860,
alexandr.v.kanaev@live.ru

ческого энергопоглопителя, барабанов, насаженных на вал энергопоглопителя, на барабаны наматываются концы каната. В состав аэрофинишеров также входят фрикционные тормоза, двигатели возврата и натяжения каната, отдельно стоящие демпфирующие устройства.

Аэрофинишеры работают следующим образом:

– ЛА, совершающий посадку на палубу, зацепляется за приемный трос и вытягивает его за собой;

– трос сматывается с барабанов и вращает их;

– рабочие колеса энергопоглопителя, на валу которого установлен барабан, приходит в движение;

– в результате взаимодействия лопаток вращающегося рабочего колеса с рабочей жидкостью, циркулирующей в полости энергопоглопителя, на валу барабана возникает тормозной момент, направленный в сторону, противоположную вращению барабана. При этом в результате взаимодействия жидкости и поверхностей проточной части энергии движения переходит в тепло;

– поскольку при торможении ЛА и уменьшения скорости вращения барабанов падает тормозной момент энергопоглопителей, барабаны имеют коническую форму, что позволяет некоторое время сохранять требуемое значение момента, несмотря на уменьшение скорости вращения барабана.

Фрикционный тормоз, который включается в конце процесса торможения ЛА для обеспечения плавной остановки, поглощает небольшую часть всей энергии самолета.

Основные отличия возможных конструктивных схем заключается в расположении и взаимозависимости или независимости барабанов. Аэрофинишер, в котором обе ветви каната закрепляются на один барабан или жестко соединенные два барабана, представляется более компактным. Однако при несимметричной посадке ЛА неравномерность натяжения ветвей приемного каната более высокая.

Конструктивно энергопоглотитель может быть выполнен по-разному: с общим ротором или двумя роторами, с вращающимся статором, что позволяет выбрать лучший вариант для конкретных условий. Незначительные улучшения всей схемы или отдельного агрегата может улучшить некоторые характеристики аэрофинишера. Имеется обзор ряда исследований, к примеру, бесступенчатого регулирования тормозного момента при вращении выходного вала гидротормоза в одну сторону и автоматического отключения тормоза при изменении его направления вращения и т. д.

К достоинствам аэрофинишера с гидродинамическим энергопоглотителем следует отнести:

- расширенный диапазон принимаемых масс;
- стабильность тормозного момента в течение торможения;
- расширенный коридор входа;
- лучшие массогабаритные характеристики;
- возможность применения кевларового троса.

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЭНЕРГОПОГЛОТИТЕЛЯ

Класс роторных гидравлических энергопоглопителей содержит ряд различных конструктивных типов, разделяемых на гидростатические и гидродинамические. Гидродинамические энергопоглотители – это, как правило, комплекс, состоящий из объемной гидромашины (насоса) и аккумулятора или дросселя (возможно наличие последних двух одновременно). Существующие гидростатические энергопоглотители широко применяются в различных гидросистемах, в которых жидкость находится под высоким давлением и в которых не требуется высокая энергоемкость.

Существуют три основных типа гидродинамических тормозов: дисковые; штыревые; лопастные.

Первые два типа имеют значительно более низкую энергоемкость по срав-

нению с третьим. Поэтому лопастной гидротормоз для использования в качестве энергопоглотителя в корабельном аэрофинишере предпочтительнее.

Для всех конструкций лопастных гидродинамических тормозов характерно наличие вращающегося ротора и неподвижного статора, лопатки которых и стенки корпуса образуют проточную часть. При вращении ротора жидкость циркулирует в проточной части.

Конструкцию гидротормоза этого типа отличают:

- наличие или отсутствие внутреннего тора, вокруг которого осуществляется циркуляция рабочей жидкости (рис. 1);
- количество полостей и, следовательно, лопаточных аппаратов ротора и статора, рабочих колес.

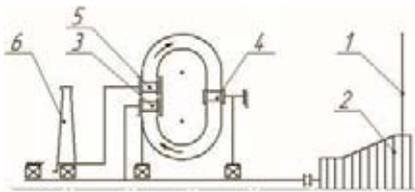


Рис. 1. Вариант конструкции энергопоглотителя
1 – приемный трос; 2 – барабан; 3 – лопатки рабочего колеса; 4 – лопатки статора; 5 – лопатки дополнительного колеса; 6 – маховик

Кроме этого, существенное значение имеют геометрические характеристики, такие как форма и относительные размеры меридионального сечения рабочей полости; форма, размеры и количество лопаток; угол установки лопаток в роторе и статоре.

Большое влияние на конструкцию имеет принятый способ управления тормозом: изменением степени заполнения рабочей жидкостью; шиберами; поворотом лопаток; изменением длины лопаток; перемещением ротора относительно статора и другие.

Как показали исследования, для корабельного аэрофинишера более всего подходит лопастной гидротормоз с внутренним тором и регулированием. Этот тормоз обладает более высокой антикавитационной устойчивостью.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РОТАЦИОННОГО ЭНЕРГОПОГЛОТИТЕЛЯ

Настоящая математическая модель основана на использовании основных представлений традиционной струйной теории расчета лопастных гидромашин при учете влияния числа лопастей, реальных углов отклонения потока на выходе из лопаточных аппаратов и экспериментальных коэффициентов сопротивления. Разработанная математическая модель гидравлического энергопоглотителя позволяет прове-

сти численное исследование влияния конструктивных и рабочих параметров на выходные характеристики энергопоглотителя (момент на валу, расход жидкости в меридиональном сечении, углы выхода потока из лопаточных аппаратов). Проточная часть энергопоглотителя, имеющая внутренний тор, изображена на рис. 2, на рис. 3, 4 показаны треугольники скоростей для ротора и статора соответственно.

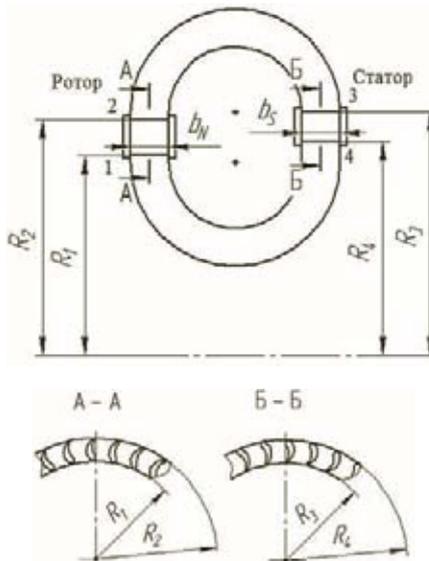


Рис. 2. Проточная часть энергопоглотителя

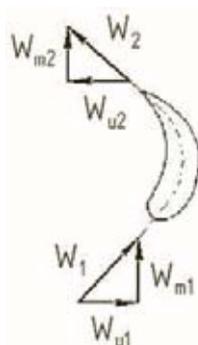


Рис. 3. Диаграмма потока скоростей для ротора

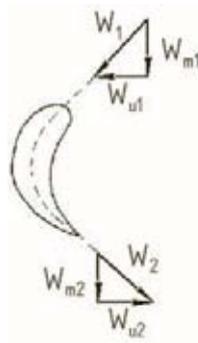


Рис. 4. Диаграмма потока скоростей для статора

Для определения характеристик энергопоглотителя используется уравнение баланса энергии, записанное для меридионального сечения. Это уравнение должно учитывать:

- потери при сужениях и расширениях на входе и выходе из лопаточных аппаратов и в переводных каналах;
- потери трения в межлопаточных и переводных каналах;
- ударные потери при входе в лопаточные аппараты;
- потери, обусловленные диффузностью каналов.

Уравнение баланса энергии для гидравлического ротационного энергопоглотителя имеет вид

$$Q^2 \sum_{i=1}^{12} K_i + Q \sum_{i=1}^2 L_i + \sum_{i=1}^2 M_i = H_N, \quad (1)$$

где Q – объемный расход рабочей жидкости в меридиональном сечении; H_N – напор, создаваемый рабочим колесом ротора; K_i, L_i, M_i – коэффициенты, обусловленные различными видами потерь.

Напор H_N является функцией расхода Q :

$$H_N = M_3 + L_3 Q, \quad (2)$$

$$\text{где } M_3 = \frac{\omega^2 R_2^2}{g}; \quad L_3 = \frac{1}{2\pi g} \times \left(\frac{\mu_N \text{ctg} \beta_{2b}}{b_N K_{b2}} + \frac{\mu_S \eta_{ml} \text{ctg} \alpha_{4b}}{K_{b4} b_S} \right);$$

ω – угловая скорость ротора; R_2 – активный радиус колеса ротора; μ_N, μ_S – коэффициенты, учитывающие отклонения потока за лопаточными аппаратами ротора и статора, соответственно; b_N, b_S – ширина лопаток ротора и статора, соответственно; $\eta_{ml} = 1 - \frac{C_f}{2b_{su}} (\text{tg} \alpha'_4) L_B$ – коэффициент, определяемый с учетом потерь на трение, в зависимости от геометрии нижнего переводного канала; C_f – коэффициент трения в нижнем переводном канале; $\alpha'_4 = \alpha_{4b} - \Delta\alpha_4$; $\Delta\alpha_4 = 3...7^\circ$ – экспериментальная поправка; L_B – длина нижнего переводного канала по средней линии; $K_{bi} = 1 - \frac{z_i \delta_i}{2\pi R \sin \beta_{ib}}$ – коэффициенты стеснения потока для лопаточного аппарата ротора ($i=1,2$) и статора ($i=3,4$); Z – число лопастей в лопаточном аппарате; индекс N соответствует ротору; индекс S – статору; углы обозначены в соответствии с рис. 3, 4.

Коэффициенты L_i, M_i в уравнении (1) определяются следующими соотношениями:

1) потери при сужении (расширении) на входе (выходе) в лопаточный аппарат

$$K_i = \frac{\varphi_1 (K_{bi} - 1)^2}{8g^2 K_{bi} R_{bi}^2 b_i}; \quad i=1,2,3,4; \quad \varphi_1 = 0,4...0,5;$$

2) потери на трение в межлопаточном канале

$$K_j = \frac{l_j}{64\pi^2 g b_j^2} \times \left[\frac{\lambda'_{i1}}{(R_i K_{bi} \sin \gamma_i)^2 R_i^2} + \frac{\lambda'_{i+1}}{(R_{i+1} K_{bi+1} \sin \gamma_{i+1})^2 R_{i+1}^2} \right];$$

$i=1,3; j=5,6; \gamma_1=\beta_1; \gamma_2=\beta_2; \gamma_3=\alpha_3; \gamma_4=\alpha_4$; l_i – длина средней линии тока; R_r – гидравлический радиус; λ – коэффициент сопротивления (с учетом вращения канала в случае ротора);

3) ударные потери при входе потока в лопаточный аппарат

$$K_7 = \frac{\varphi(\Delta\beta_1)}{8\pi^2 R_1^2} \times \left(\frac{\text{ctg}\beta_{1b}}{K_{b1} b_N} + \eta_{ml} \mu_s \frac{\text{ctg}\alpha_{4b}}{b_s K_{b4}} \right)^2;$$

$$L_1 = -\frac{\varphi(\Delta\beta_1)\omega}{2\pi g b_N} \times \left(\frac{\text{ctg}\beta_{1b}}{K_{b1}} + \eta_{ml} \mu_s \frac{\text{ctg}\alpha_{4b}}{K_{b4}} \right);$$

$$M_1 = \frac{\varphi(\Delta\beta_1)\omega^2 R_1^2}{2g};$$

$$K_7 = \frac{\varphi(\Delta\alpha_3)}{8\pi^2 R_3^2} \times \left(\frac{\text{ctg}\alpha_{3b}}{R_{b3} b_3} + \eta_{ml} \mu_N \frac{\text{ctg}\beta_{2b}}{b_N R_{b2}} \right)^2;$$

$$L_2 = -\frac{\varphi(\Delta\beta\alpha_3)\omega}{2\pi R_3} \times \left(\frac{\text{ctg}\alpha_{3b}}{K_{b3} b_3} + \eta_{ml} \mu_N \frac{\text{ctg}\beta_{2b}}{b_N R_{b2}} \right);$$

$$M_2 = \frac{\varphi(\Delta\alpha_3)}{2g} \left(\eta_{ml} \frac{R_2}{R_3} \omega \right)^2;$$

Коэффициент $\varphi(\Delta\alpha_3)$ определяется по графику рис 5.

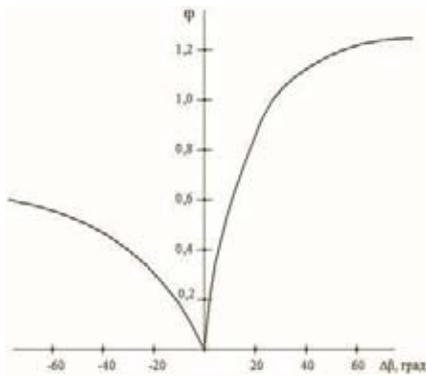


Рис. 5. Зависимость коэффициента ударных потерь от угла атаки для хорошо профилированной лопасти

Коэффициент, определяемый с учетом потерь на трение в зависимости от геометрии верхнего переходного канала, окружной скорости потока и объемного расхода рабочей жидкости

$$\eta_{mn} = 1 - \frac{\pi}{Q} C_f R_2 V_{n2} L_u,$$

где V_{n2} – окружная составляющая скорости потока в точке 2 рис. 2; L_u – длина средней линии верхнего переходного канала;

4) диффузорные потери в лопаточных аппаратах

$$K_j = \frac{\Phi_{ai}}{8\pi g^2 b_i^2} \times \left(\frac{1}{R_i K_{bi} \sin \gamma_i} - \frac{1}{R_{i+1} K_{bi+1} \sin \gamma_{i+1}} \right)^2;$$

$j=9,10; i=1,3; \gamma_1=\beta_{1b}; \gamma_2=\beta_{2b}; \gamma_3=\alpha_{3b}; \gamma_4=\alpha_{4b}$.

5) потери в верхнем переводном канале

$$K_{11} = \lambda_n \frac{r_i}{1,2g b_N \sin \frac{\alpha'_2 + \alpha'_3}{2}} \left(\frac{V'_{m2}}{\omega R_2} \right)^2 \times \left[1 + 2 \left(\frac{V'_{ma}}{V'_{m2}} \right)^{-1,15} \right] \times \left[\frac{1 + 2 \cdot 10^{-4} (R_K - 12)^2}{2\pi (R_2 + \Delta) b_N \sin \alpha'_2} \right]^2;$$

$$R_k = \frac{\gamma_i + \frac{b_N}{2}}{b_N \sin \frac{\alpha'_2 + \alpha'_3}{2}}; \alpha'_2 = \text{tg}^{-1} \left(\frac{V'_{m2}}{V'_{n2}} \right);$$

$$\alpha'_3 = \text{tg}^{-1} \left(\frac{V'_{ma}}{V'_{na}} \right); \lambda_n = 0,316 \left(\frac{v}{4R_1 \omega} \right)^{0,25};$$

γ_i – внутренний радиус канала; v – коэффициент кинематической вязкости; ω – относительная скорость;

6) потери в нижнем переводном канале

$$K_{12} = \frac{S}{2g\pi^2 (\gamma_0 - \gamma_i)^2 (\gamma_0 + \gamma_i - 2R_2)};$$

S – определяется для колена с разворотом на 180° .

Коэффициенты уравнения (1) являются слабыми функциями расхода, поэтому оно решается численно методом итераций.

Эту процедуру можно реализовать в виде программы для вычисления рас-

хода, скорости и углов потока на входах лопаточных аппаратов, момента на валу энергопоглотителя и угловой скорости ротора.

Разработанная математическая модель расчета предназначена для теоретического исследования зависимости момента на валу ротора от основных параметров энергопоглотителя:

- углов входа и выхода потока в лопаточные аппараты;
- размеров лопастей рабочих колес;
- углов установки лопастей рабочих колес;
- число лопастей в лопаточных аппаратах;
- сопротивления переходных каналов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика расчета позволяет определить основные характеристики гидродинамического роторного энергопоглотителя, его геометрические размеры и форму проточной части, а также характеристики основных элементов аэрофинишеров. При этом применение гидродинамического роторного тормоза в качестве энергопоглотителя аэрофинишера дает снижение массы примерно в 2 раза, а габаритов – на 30%.

Конструктивно энергопоглотитель целесообразно выполнять с проточной частью, имеющей внутренний тор и регулируемые лопатки. В этом случае его режим работы отличается высокой надежностью, но требует для обеспечения надежной работы мероприятий по борьбе с кавитацией, например, поддержания определенного давления в рабочей полости.

Рецензент: **А. Л. Стариченков**, д-р техн. наук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Гавриленко, В. А. Минин, Л. С. Оловников. Гидравлические тормоза. – Машгиз, 1961. ■

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ: УНИФИКАЦИЯ С ТРУБНОЙ СТАЛЬЮ К65

В.К. Башаев, гл. специалист ФАУ «Российский морской регистр судоходства»,
С.В. Коротковская, вед. инженер,
В.В. Орлов, д-р техн. наук, 1-й зам. начальника,
Е.И. Хлусова, д-р техн. наук, зам. начальника,
Научно-производственный комплекс ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»,
контакт. тел. (812) 380 2072

В настоящее время нормативно-технической документацией предъявляется существенно отличающийся комплекс требований к уровню легирования, зачастую достаточно высокому, и механическим свойствам конструкционных сталей разного назначения. При этом для многих видов продукции потребность в поставках отдельных видов материалов в масштабах всей экономики страны составляет не более 200 тыс. т в год при объеме поставок отдельных партий объемом от 3 до 20–30 т. Для большинства металлургических предприятий столь малый объем поставок невозможен из-за высокопроизводительных агрегатов выплавки (от 60 до 450 т готовой металлопродукции одной марки). Листовой прокат из конструкционных сталей с близкими требованиями к механическим свойствам и характеристикам работоспособности изготавливается на базе сталей различных композиций и уровня легирования, что существенно повышает издержки производства при наличии заказов небольшого объема и сортамента. Это ограничивает возможности потребителей. Отдельные же группы сталей, в частности трубные, изготавливаются в значительных объемах, что позволяет повышать рентабельность их производства.

Освоение производства судостроительных марок стали с пределом текучести 420–460 МПа является перспективным и востребованным направлением в металлургической промышленности. Эти марки стали чаще всего изготавливались после энергозатратных операций закалки или закалки с прокатного нагрева с отпускком.

При более высоких требованиях к механическим свойствам нормы по предельным содержаниям легирующих элементов в трубных сталях значительно ниже (содержание никеля – не более 0,35%, хрома и меди – не более 0,30% каждого) по сравнению с судостроительными сталями с пределом текучести 420–460 МПа.

В табл. 1 и 2 представлены требования к механическим свойствам и содержанию химических элементов для судостроительной и трубной стали повышенной категории прочности.

Следует отметить, что при более низких прочностных характеристиках (как правило, в толщинах до 50 мм) для судостроительных сталей требуется более высокая хладостойкость (категории F – испытания при –60 °С), а для трубных сталей, наоборот, необходимы более высокие прочностные свойства, но для листового проката меньших толщин – до 27,7–33 мм. Судостроительные и трубные стали должны хорошо свариваться, т.е. иметь низкое содержание углерода.

В связи с этим весьма перспективно использовать слябы единого (унифи-

Таблица 1
Требования к механическим свойствам судостроительной стали с пределом текучести 460 МПа и трубной стали категории К65

Наименование продукта	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %, не менее	Ударная вязкость, Дж/см ²
Сталь горячекатаная для судостроения	≥460	570–720	19	80 при –60 °С
Сталь горячекатаная для магистральных трубопроводов	≥555	640–760	20	155 при –40 °С

Таблица 2
Требования к химическому составу трубной стали категории К65 и судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа

Требования к сталям	Химический состав										
	C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	V	Nb	Ti	S	P
трубным класса прочности К65	≤0,07	≤1,90	≤0,30	≤0,25	≤0,25	≤0,45	≤0,09	≤0,09	≤0,02	≤0,003	≤0,012
судостроительным с пределом текучести 420–460 (по ГОСТ Р 52927–2008)	≤0,11	1,15–1,60	0,10–0,40	≤0,20	0,30–0,60	0,65–1,05	0,02–0,06	0,02–0,05	0,01–0,02	≤0,005	≤0,010

цированного) химического состава для ряда наиболее востребованных сталей и обеспечивать их механические свойства и требуемые эксплуатационные характеристики только за счет варьирования технологических параметров производства при наиболее эффективном использовании имеющегося технологического оборудования. Различия в технологическом оборудовании на разных металлургических предприятиях влекут за собой неизбежные изменения параметров и технологии.

Из специальных требований для судостроительных сталей важен вид излома крупногабаритных технологических проб после испытания статическим изгибом при комнатной температуре, что обычно обеспечивается формированием квазиоднородной аустенитной (высокотемпературной) и превращенной (конечной) структуры по всей толщине листового проката. Для трубных сталей обязательно испытание крупногабаритных проб динамическим изгибом при отрицательных температурах (испытание падающим грузом). Результаты таких испытаний, наоборот, положительны при формировании в высокотемпературной фазе – аустените – вытянутых вдоль прокатки деформированных зерен, что в конечной превращенной структуре отмечается как анизотропная

структура (с определенными ограничениями по протяженности и ее доле [1]).

Для использования слябов унифицированного химического состава при производстве судостроительных и трубных сталей разработан комплексный подход, сочетающий возможности имитационного моделирования на лабораторном оборудовании и современных методов исследования структуры с адаптацией полученных результатов для промышленного опробования без значительных финансовых затрат. Результатом этой инновационной разработки стало освоение на стане «5000» ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» производства судостроительных сталей с пределом текучести 420–460 МПа из слябов трубных сталей класса прочности К65, что потребовало серьезного научного обоснования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования проведены на низкоуглеродистых низколегированных сталях Mn-Ni-Cu-Cr-Mo-V-Nb-Ti композиции легирования, содержание углерода и легирующих элементов в которых составило не более 0,06% углерода, 1,75% марганца, никеля и меди в сумме 0,60%, 0,20% молибдена при суммарном содержании микролегирующих элементов ванадия,

Химический состав сталей исследованных плавок, масс. %

№	C	Mn	Ni+Cu	Ti	Mo	Nb+V	Сэв
1	0,06	1,54	0,24	0,004	0,003	0,064	0,35
2	0,07	1,59	0,38	0,008	0,002	0,059	0,35
3	0,05	1,69	0,76	0,008	0,21	0,062	0,45
4	0,06	1,72	0,54	0,018	0,196	0,053	0,45
5	0,04	1,75	0,61	0,008	0,20	0,063	0,44

ниобия и титана не более 0,10%. Химический состав представлен в табл. 3.

Исследование фазовых превращений и условий формирования ультрамелкозернистой и субмикроструктурной структуры низколегированных низкоуглеродистых сталей проводилось с использованием высокоскоростного закалочного-деформационного дилатометра «DIL 805» («Bahg Thermoanalyse», Германия) с возможностью деформирования сжатием на цилиндрических образцах размером 5×10 мм и установки «Gleeble 3800» на образцах 5×8 мм.

Исследование микроструктуры проведено методом оптической металлографии на шлифах после травления в 3%-ном спиртовом растворе HNO₃ по ГОСТ 5640. Количественная оценка содержания феррита, гранулярного и реечного бейнита после различных режимов термомеханической обработки (ТМО) проводилась с помощью анализатора изображений Thixomet, изучение распределения межкристаллитных границ по разориентировкам в микроструктуре – с помощью растрового электронного микроскопа «Quanta 3D FEG» методом автоматизированного анализа дифракционных картин обратного рассеяния электронов (EBSD-анализа), а именно, анализа межфазных разориентировок.

Промышленное изготовление листового проката проводили с выплавкой в конвертере, разливкой в непрерывнолитые слэбы и последующей прокаткой по схеме двухстадийной ТМО с последующим ускоренным охлаждением на стане «5000» ОАО «Магнитогорского металлургического комбината».

Стандартные механические свойства оценивались в соответствии с требованиями стандарта ISO 3183-2007, API 5L3 и «Правил классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ».

Испытания по определению температуры вязко-хрупкого перехода проводили на универсальной гидравлической испытательной машине SCHENCK PEZ-4371 в соответствии с требованиями Правил РМРС. Процентное содержание волокнистой составляющей в изломе определяется в соответствии с ГОСТ 30456. Температуру вязко-хрупкого перехода $T_{кв}$ определяли при испытании статическим трехточечным

изгибом до разрушения серии полнотолщинных поперечных образцов прямоугольного сечения с глубоким круглым надрезом по критерию 70% средней доли вязкой составляющей.

Испытания по определению температуры нулевой пластичности (NDT) проводили на вертикальном копре К90 путем нагружения падающим грузом с энергией разрушения 1350 Дж при понижающихся температурах в соответствии с требованиями Правил РМРС и стандартом ASTM E-208. Испытаниям подвергали специальные образцы с нанесенной хрупкой наплавкой на растягиваемой поверхности и предварительно выполненным надрезом в наплавке.

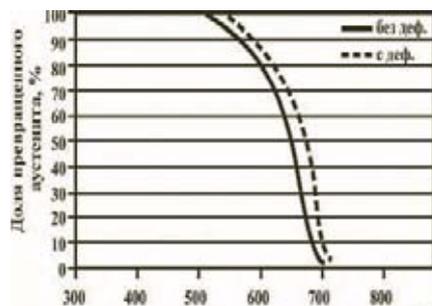
Испытания на трещиностойкость СТOD основного металла проводили в соответствии с требованиями Правил РМРС и стандарта BS 7448 P.1. Образцы испытывали при управлении испытательной машиной SCHENCK - 1000 кН по перемещению при квазистатическом нагружении со скоростью перемещения нагружающей траверсы.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

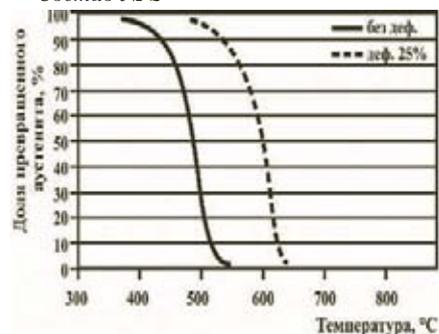
Влияние предварительной горячей пластической деформации на фазовые превращения и структуру стали. Исследование фазовых превращений в низколегированных низкоуглеродистых сталях выявило стимулирующее влияние предварительной горячей деформации на образование структурных составляющих с преимущественным развитием диффузионного механизма превращения – феррита и гранулярного бейнита (с нерегулярным строением матрицы и аустенито-мартенситными участками). Гранулярный бейнит в низколегированной стали не способствует повышению прочности, но улучшает вязко-пластические свойства. Бейнит регулярной реечной морфологии, напротив, повышает прочность стали, а вязко-пластические свойства стали с такой структурой зависят от размера и формы аустенитного зерна перед превращением. Сталь с крупными вытянутыми сильно деформированными зернами, как правило, характеризуется невысокой пластичностью и вязкостью при низких температурах.

Выявлено, что марганцевые стали с низким содержанием никеля и меди – элементов, затормажива-

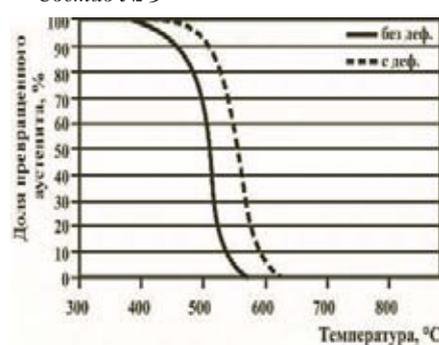
ющих процессы рекристаллизации, более чувствительны к деформационному воздействию, (рис. 1, состав № 4 по сравнению с составом № 3).



Состав № 2



Состав № 3



Состав № 4

Рис. 1. Кинетические зависимости $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения для сталей при непрерывном превращении со скоростью 20° C/c

Это позволяет в сталях данной композиции легирования при промышленном производстве управлять формированием структуры с помощью варьирования термомеханических параметров, таких как температура и степень деформации.

В марганцевых сталях с низким содержанием химических элементов, стабилизирующих аустенит, таких как никель и медь, микролегированных ниобием – элементом, существенно затормаживающим рекристаллизационные процессы, единственным способом измельчения структуры в объемных полуфабрикатах является фрагментация, протекающая в высокотемпературной фазе – аустените – в процессе пластической деформации при температурах ниже температуры рекристаллизации.

В ходе систематического изучения влияния термомеханических параметров при температурах ниже темпера-

туры рекристаллизации, но выше точки A_{T3} было определено, что предварительная деформация в 25% при температурах 750–920 °С по сравнению с недеформированным состоянием приводит к изменению хода кинетических кривых $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения, ускоряя превращение в верхнем температурном интервале бейнитной области, что способствует изменению морфологии бейнита с речной на гранулярную. Увеличение степени деформации до 50% при температуре 750–920 °С приводит к повышению температуры начала превращения аустенита в интервале скоростей охлаждения 50–10 °С/с, характерных для охлаждения листового проката исследуемых толщин, и измельчению структуры за счет повышения доли гранулярного бейнита, характеризующегося развитой субструктурой. При более низких скоростях охлаждения деформация 50% способствует формированию феррита. Оптимальное сочетание дисперсности и квазиоднородности структуры по фазовому составу и морфологии составляющих было достигнуто после деформации на 50% при температуре 850 °С, что, однако, нереализуемо в промышленных условиях.

Влияние дробности деформации на фазовые превращения и дисперсность структуры. Было установлено, что повышение дробности деформации (например, вместо однократной 50% – 5 раз по 10%) приводит к измельчению структуры, повышению доли гранулярного бейнита, при этом характер кинетических кривых при охлаждении не изменяется (рис. 2), что позволяет основные закономерности, выявленные при исследованиях, проведенных с однократной деформацией, использовать при производстве толстолистовой стали в промышленности. Вне зависимости от дробности деформации в стали в указанных экспериментах сформировалась мелкодисперсная структура.

При рассмотрении влияния дробности деформации на структуру, полученную после охлаждения с различными скоростями было выявлено, что повышение дробности деформации приводит к формированию близких по морфологии структур (ход кинетических кривых при 5-кратной деформации совпадает при охлаждении со скоростью 20 °С/с и 50 °С/с, (рис. 2, б). Во время междеформационных пауз при горячей пластической деформации происходит перестроение дислокационной структуры, вызванное процессами динамической полигонизации, приводящее к формированию квазиоднородной развитой субзеренной структуры. В промышленности этот эффект позволит создавать однородную структуру (рис. 2, з) по толщине проката толстолистовой стали вплоть до 50 мм.

Разработка и внедрение промышленной технологии. На основании вы-

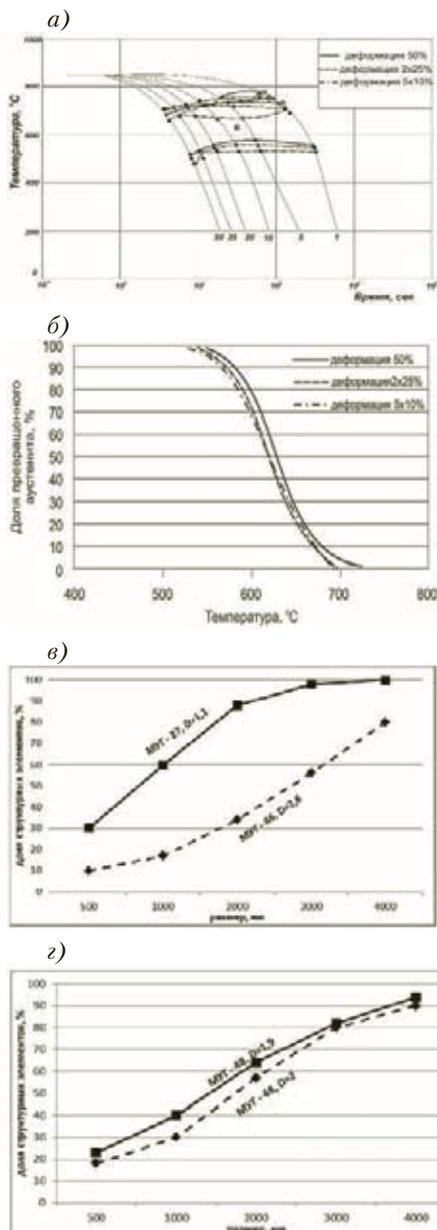


Рис. 2. Термокинетическая диаграмма превращения стали состава № 5 при охлаждении мелкозернистого деформированного аустенита (а), кинетические зависимости $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения после различных схем деформации и охлаждения со скоростью 20° С/с (б) и размер структурных элементов при скорости охлаждения, соответствующей поверхностным слоям (---) и середине (—) листа при однократной (в) и пятикратной деформации (з)

полненных экспериментов и найденных зависимостей был определен унифицированный химический состав судостроительной и трубной стали (табл. 4) По отношению к традиционным судостроительным сталям снижено содержание углерода, никеля и меди и незначительно повышено количество марганца.

Поскольку трубные стали должны обладать более высокой прочностью, чем судостроительные, это можно обеспечить за счет формирования бейнита речной морфологии в листах толщиной до 33 мм,

а необходимое сопротивление протяженным вязким разрушениям гарантируется за счет наличия квазиполигонального феррита. В судостроительной стали необходимо обеспечить квазиоднородность структурных составляющих по размерам и морфологии по всей толщине проката до 50 мм, следовательно, необходимо формировать ультрамелкозернистую структуру с бейнитом преимущественно гранулярного типа в поверхностных слоях и феррито-бейнитную структуру – в центральных по толщине.

По результатам проведенных исследований на стане «5000» ОАО «ММК» для производства судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа и трубной стали категории К65 была разработана технологическая схема изготовления листового проката из сплавов единого химического состава:

- выплавка полупродукта в конвертере;
- внепечная обработка и вакуумирование;
- непрерывная разливка в слэбы;
- замедленное охлаждение слэбов;
- нагрев слэбов под прокатку в методических печах;
- черновая стадия прокатки с целью измельчения аустенитного зерна в интервале температур рекристаллизации;
- чистовая стадия прокатки: в судостроительных сталях для формирования аустенита с развитой субструктурой, однородной по толщине проката, чистовую стадию прокатки проводить при равных обжатиях не менее 10% за каждый проход в отличие от трубных сталей, для которых с целью формирования вытянутых вдоль направления прокатки аустенитных зерен деформация осуществляется с обжатиями по возрастающей схеме от 10% до 16%;
- ускоренное охлаждение в установке контролируемого охлаждения до температуры формирования феррито-бейнитной структуры.

Трубные стали. Применение изотермической схемы деформации [2] на чистовой стадии прокатки за счет высокоскоростной пластической деформации с обжатиями от 10% до 16% от первого до последнего прохода и последующего охлаждения со скоростью порядка 15–20 °С/с до температур средней области бейнитного интервала фазового превращения позволяет сформировать в *трубной стали* феррито-бейнитную структуру с бейнитом гранулярной и речной морфологии и долей квазиполигонального феррита до 30% (рис. 3, а-в). Наличие большого количества большеугловых границ с углами разориентировки 50–600 свидетельствует о высокой доле феррита (рис. 4, з). Последнее обуславливает получение высоких значений

Требования к химическому составу разработанной стали

Сталь	Химический состав								
	C	Mn	Si	Cr	Cu+Ni	V+Nb	Ti	S	P
предложенная унифицированная разработанная	0,05–0,07	1,55–1,75	0,15–0,30	0,10–0,20	0,20–0,40	0,05–0,09	0,01–0,02	≤0,005	≤0,01

пластических характеристик, ударной вязкости и количества волокнистой составляющей в изломах проб после ИПГ при температуре -20°C – 95–100%.

Судостроительные стали. Для обеспечения требуемых механических свойств и характеристик работоспособности судостроительной стали, изготавливаемой по технологии термомеханической обработки, необходимо сформировать в толстолистовом прокате однородную по толщине ультрамелкозернистую структуру с развитой субструктурой. Применение деформации на чистовой стадии прокатки [3] по возрастающему температурному графику с обжатиями не менее 10% в каждом проходе и последующим охлаждением со скоростью порядка $15\text{--}20^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до температур верхней области бейнитного интервала фазового превращения позволяет сформировать в *судостроительной стали* феррито-бейнитную структуру (рис. 4, а, б), состоящую в основном из бейнита гранулярной морфологии (рис. 4, в) при содержании квазипolygonального феррита около 20% (рис. 4, з). Феррит характеризуется наличием субзеренной структуры и высокой плотностью дислокаций (рис. 4, з). Структура судостроительных сталей характеризуется большим количеством малоугловых границ деформационного происхождения, пик распределения которых приходится на углы с разориентировкой $8\text{--}10^{\circ}$ (рис. 4, д), что подтверждает наличие развитой субструктуры. Такая структура гарантирует отсутствие расслоений при испытаниях полнотолщинных проб статическим изгибом, а также высокие значения относительного сужения при испытании на растяжение образцов, вырезанных в направлении толщины листа (z-свойства), высокую трещиностойкость в листовом прокате.

Разработанная технология изготовления судостроительных сталей из сплавов химического состава, унифицированного с трубной сталью К65, обеспечивает получение в листовом прокате стабильный уровень прочностных характеристик (временное сопротивление – 590–680 МПа при среднем значении 650 МПа, предела текучести – 465–590 МПа при среднем значении 540 МПа), пластичности – относительное удлинение – 19–28% при среднем значении 23%, количества вязкой составляющей в пробах натурной толщины – 90–100% при среднем значении 95%, работа удара при температуре испытаний -40°C 114–339 Дж при среднем значении 265 Дж (рис. 5, а, в, д, ж),

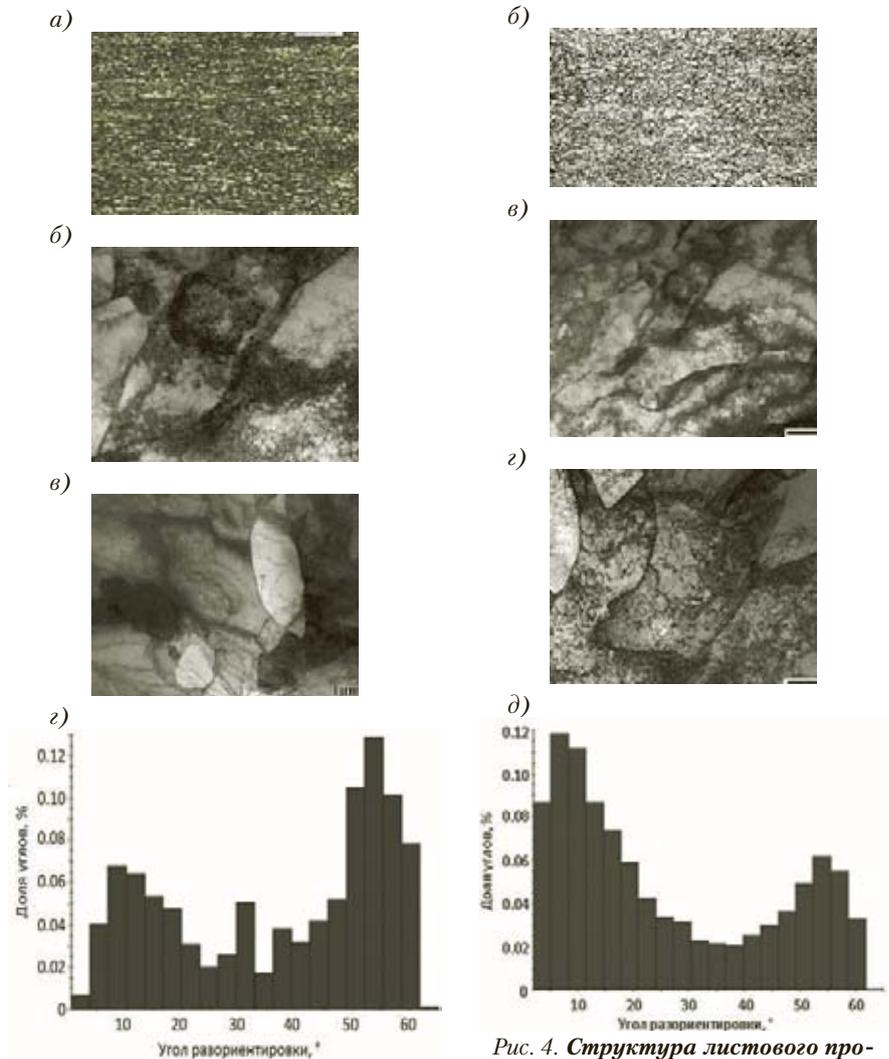


Рис. 3. Структура листового проката из трубной стали класса прочности К65 (Х80) в середине по толщине: а – оптическая металлография, $\times 500$, б – бейнит с α -фазой реечного типа, в – квазипolygonальный феррит и гранулярный бейнит, г – распределение межкристаллитных границ по разориентировкам

удовлетворяющий требованиям технической документации.

Производство опытно-промышленных партий листового проката трубных сталей категории К65 (рис. 5, б, з, е, з) показало, что в стали с гарантированным минимальным пределом текучести 570 МПа при фактическом уровне 585–620 МПа, временное сопротивление составляет 674–689 МПа, ударная вязкость при температуре испытаний -40°C составляет более 260–390 Дж/см².

Вид изломов технологических проб судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа после испытаний при комнатной температуре (рис. 6) ха-

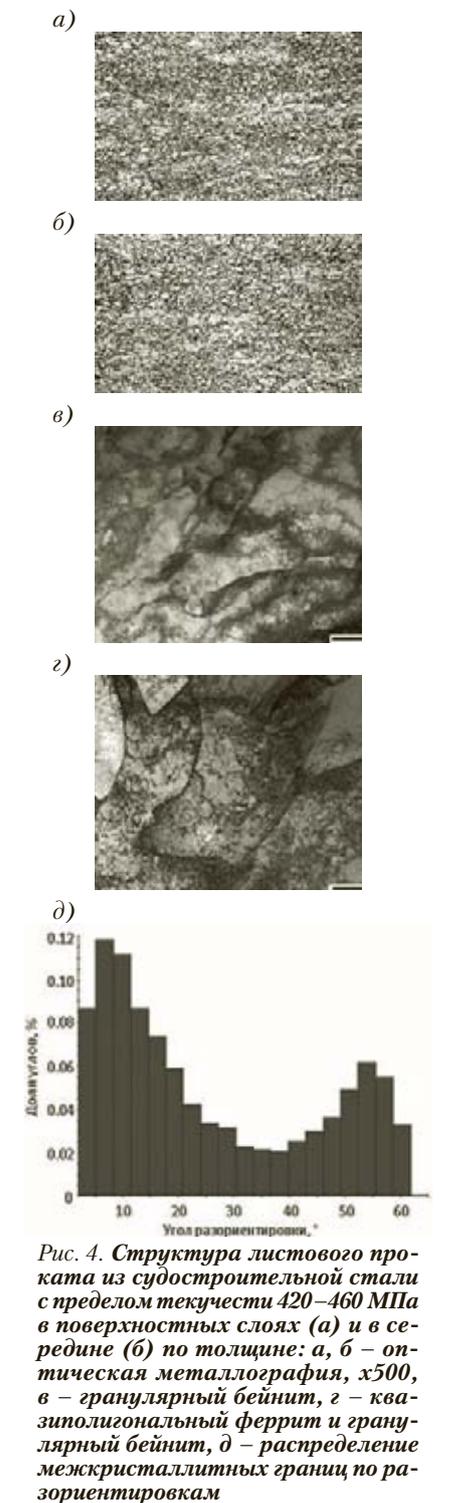


Рис. 4. Структура листового проката из судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа в поверхностных слоях (а) и в середине (б) по толщине: а, б – оптическая металлография, $\times 500$, в – гранулярный бейнит, г – квазипolygonальный феррит и гранулярный бейнит, д – распределение межкристаллитных границ по разориентировкам

рактеризуется отсутствием расслоений, что свидетельствует об изотропности структуры стали.

Исследование работоспособности судостроительной стали, изготовленной по технологии термомеханической обработки, показало, что листовый прокат имеет высокий уровень прочности и пластичности, отличается высокой способностью сопротивляться хрупким разрушениям при низких температурах, а также обладает хорошей коррозионно-механической прочностью. Разработанные стали обеспечивают требуемый уровень трещиностойкости по параметру CTOD для спе-

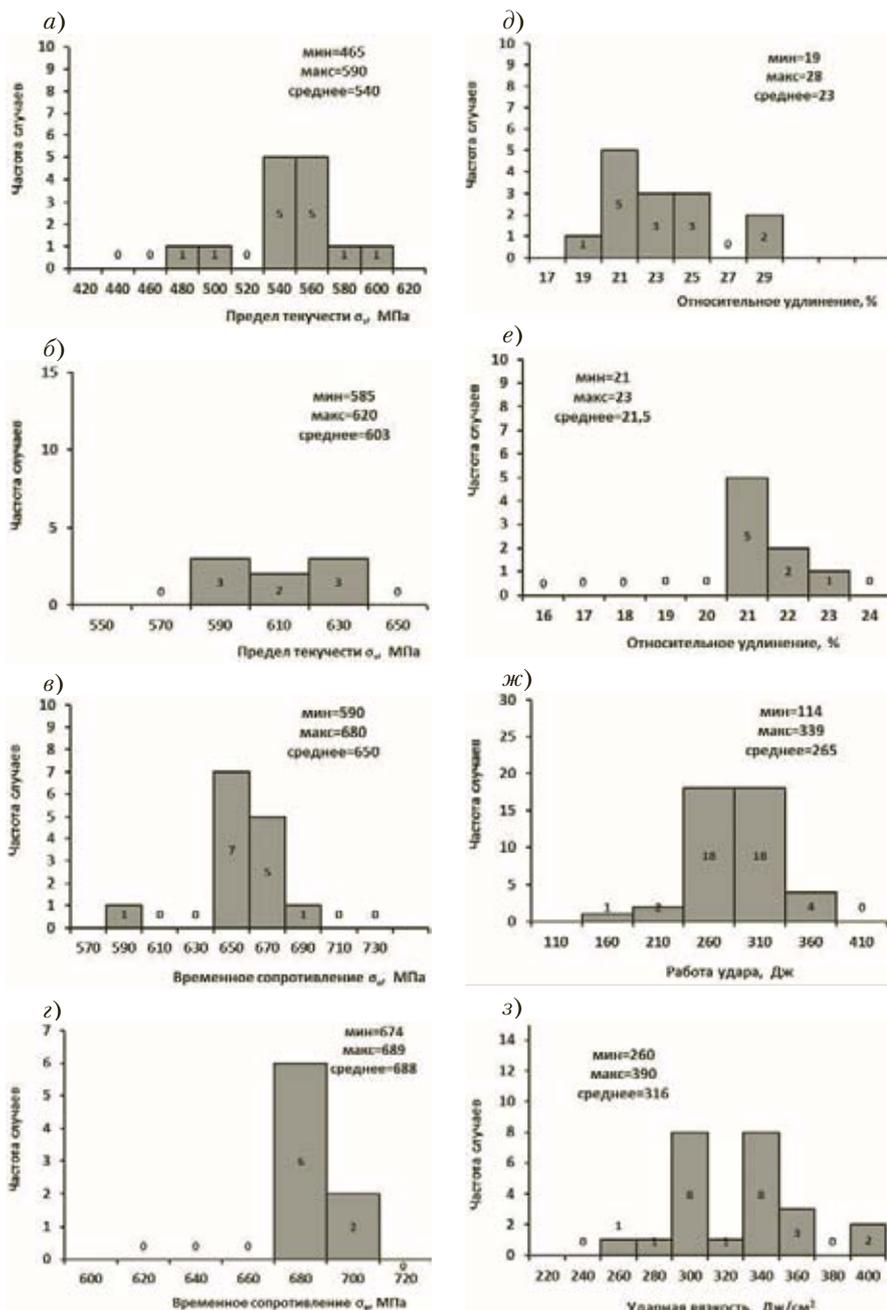


Рис. 5. Гистограммы распределения механических свойств листового проката толщиной 50 мм судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа (а, в, д, ж) и трубной стали категории К65 толщиной 27,7 мм (б, г, е, з)

специальных конструкций при температуре -40°C для листового проката толщиной 40 мм и -20°C для листового проката толщиной 50 мм.

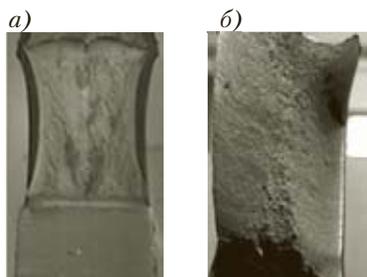


Рис. 6. Изломы технологических проб натуральной толщины листовых прокатов толщиной 40 мм (а) и 50 мм (б) из судостроительной стали

Температура NDT и T_{KB} (табл. 5) листов позволяет рекомендовать листовый прокат для применения в основных и специальных элементах конструкций при циклических нагрузках с непосредственным приложением динамических ледовых или сейсмических нагрузок или при циклических с преобладанием растягивающих или изгибных нагрузок.

Таблица 5

Температура хрупко-вязкого перехода NDT и T_{KB}

Толщина проката, мм	NDT, $^{\circ}\text{C}$	T_{KB} , $^{\circ}\text{C}$
40	-100	-45 \pm 2
50	-75	-20 \times 2
40	-80	-50 \times 2
50	-85	-15 \times 2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана и внедрена на ОАО «ММК» технология изготовления листового проката из низколегированной низкоуглеродистой судостроительной стали с гарантированным пределом текучести 460 МПа с химическим составом, унифицированным с трубной сталью К65.

2. Для обеспечения требуемых механических свойств в стали судостроительного назначения с пределом текучести 420–460 МПа из слэбов унифицированного состава после ТМО необходимо сформировать квазиоднородную феррито-бейнитную структуру по всей толщине листового проката за счет использования на чистовой стадии прокатки дробной деформации с практически равной степенью за проход при повышающейся температуре.

3. Для обеспечения требуемых механических свойств стали трубного назначения с пределом текучести не менее 555 МПа из слэбов унифицированного состава после ТМО необходимо сформировать феррито-бейнитную структуру с ограниченной анизотропией за счет изотермической прокатки с возрастающими обжатиями от первого до последнего прохода чистовой прокатки.

4. Изготовленный с применением разработанных режимов листовой прокат судостроительной стали с пределом текучести 420–460 МПа с пониженным уровнем легирования толщиной до 50 мм обладает требуемым комплексом механических свойств, высокой сопротивляемостью к хрупким разрушениям, стойкостью против слоистых разрушений, высокой стойкостью к коррозионно-механическому растрескиванию.

5. Применение разработанной технологии позволяет изготавливать прокат из судостроительной стали в немонтажных количествах за счет использования слэбов трубной стали категории прочности К65.

ЛИТЕРАТУРА

- Орлов В.В. Принципы управляемого создания структурных элементов наноразмерного масштаба в трубных сталях при значительных пластических деформациях // Вопросы материаловедения. – 2011. – №2 (66). – С. 5–17.
- Сыч О.В., Орлов В.В. Усовершенствование химического состава и технологических режимов производства штрипса К65-К70 (X80-X90) на базе имитационного моделирования // Металлург. – 2013. – № 2. – С. 50–58.
- Коротовская С.В., Орлов В.В., Хлусова Е.И. Управление процессами структурообразования при термомеханической обработке судостроительных и трубных сталей унифицированного химического состава // Металлург. – 2014. – № 5. – С. 71–78. ■

ВНЕДРЕНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ «ВИНЕТА»: НАЧАЛО ПОЛОЖЕНО

*И.С. Суховинский, директор,
К.Ю. Александрович, зам. директора,
ООО «Винета»,
контакт. тел. (812) 493 5048*

Проблема внедрения единой информационной системы встала перед предприятием около трех лет назад, когда объемы выпускаемой продукции начали стремительно расти, а имеющихся трудовых ресурсов стало не хватать для обработки поступающих заказов, планирования и диспетчеризации производственного процесса. В условиях растущего спроса на продукцию основными потребностями руководства становятся возможность своевременного и точного текущего планирования загрузки производственных мощностей, выявление «узких мест», а также жесткий контроль качества выпускаемой продукции на всех этапах производства и конструкторско-технологического сопровождения. А конечной целью внедрения единой информационной системы является повышение уровня управляемости предприятием, достоверное, своевременное и актуальное состояние управленческих данных, а также приведение всех бизнес-процессов в упорядоченную и организованную систему.

Под управляемостью предприятия в данном случае понимается возможность своевременно, оперативно и эффективно принимать решения, связанные с его текущей деятельностью, всеми бизнес-процессами: процессом продаж, закупок, производства, разработки и проектирования новых изделий, а также процессом конструкторско-технологического сопровождения производства, финансово-экономического мониторинга и контроля деятельности предприятия.

Рост количества заказов и связанный с ним рост производства выявили ряд «узких мест» в процессе конструкторско-технологической подготовки производства, которые устранить имеющимися инструментами уже не получалось, а именно:

- длительный цикл прохождения документации от разработки до производства;
- длительная реакция на проведение изменений в КД;
- отсутствие общедоступной оперативной информации о состоянии проектирования и производства изделий.

Помимо этого входящей информацией для планирования материальных, трудовых и мощностных затрат предприятия являются данные о норме расхода сырья и материалов на выпускаемые изделия, трудоемкость производства выпускаемых изделий, а также актуальные цены на материальные и трудовые ресурсы. Хранителем и «производителем» данных о норме расхода и трудоемкости выпускаемых изделий становится «конструкторско-технологический отдел» (КТО) предприятия. И именно от качества и своевременности «производства данных» КТО

зависит эффективность выполняемых экономистами расчетов и, как следствие, эффективность управленческих решений и корректирующих мероприятий, предпринимаемых менеджментом компании. Таким образом, упорядоченная система сбора и хранения достоверной конструкторско-технологической документации – это каркас любой ERP-системы. И прежде, чем с головой уйти в разработку стратегии по внедрению мощной и эффективной ERP-системы, было решено наладить бесперебойное и качественное «производство» конструкторско-технологической документации. Именно поэтому в апреле 2012 г. было принято решение о внедрении в первую очередь PDM-системы.

Был приобретен и установлен программный продукт 1С PDM, позволяющий осуществить эту задачу. Внедрение любого IT-решения требует повышенных трудовых и материальных затрат, тем более что типовая версия данного продукта оказалась не готова полностью удовлетворить насущные потребности предприятия. Предполагалось осуществить ряд доработок и усовершенствований под специфические потребности нашего бизнеса, а также устранить недоработки и неудобные «решения» разработчика. Положительный опыт внедрения данного программного продукта на нескольких производственных предприятиях вселял уверенность, что подобная задача может быть успешно и эффективно решена. В пользу выбора данного PDM-решения послужил и тот факт, что продукт полностью совместим с программными разработками 1С, которые на сегодняшний день в России распространены очень широко, постоянно дорабатываются и обновляются, плюс по сравнению с иностранными программными продуктами имеют гораздо меньшую стоимость приобретения и внедрения, что, бесспорно, является серьезным преимуществом.

Полное внедрение PDM-системы позволяет удовлетворить следующие потребности руководителей:

1. Соответствие требованиям федерального законодательства по ГОСТ 2.053–2006. (Электронная структура изделия приравнивается к основному

конструкторскому документу – конструкторской спецификации). Именно электронная структура изделия и свойства ее компонентов в дальнейшем являются основной информацией для подразделений, следующих за конструкторским отделом в цепочке подготовки производства изделия.

2. Постоянный доступ к актуальной информации в единой среде со своего рабочего места.

3. Информация защищена от потери:
- исключается монополия владения информацией,
 - разграничиваются права доступа к информации,
 - регулярно происходит резервное копирование базы данных,
 - существует возможность быстрого формирования отчетов по имеющейся информации.

Сотрудники конструкторско-технологических служб получают возможность:

- 1) хранения информации:
 - постоянный доступ к информации со своего рабочего места,
 - защищенность информации;
- 2) иметь электронную структуру изделия за счет:
 - поступления информации о полной применимости любой детали, сборочной единицы, стандартного изделия,
 - заимствования объектов из другого изделия (ЭСИ, технологические процессы),
 - ознакомления в любой момент с актуальной и полной структурой изделия или информацией по технологической подготовке производства;
- 3) поступления актуальных и достоверных данных;
- 4) загрузки большого количества чертежей – скан копий с помощью специального приложения «Импорт в 1С: PDM»;
- 5) прямого и быстрого доступа к 3D-моделям деталей, сборок, спецификациям, РЭ, паспортам;
- 6) приобретения конструкторско-технологического справочника (КТС) (список всех используемых на производстве материалов, стандартных из-

делий и средств технологического оснащения);

7) просмотра по всей базе применимости деталей, сборок, материалов и технологических процессов с возможностью заимствования, создания своего, копируя уже имеющиеся.

Кроме того, у технологов появляется возможность расчета заготовки с помощью специального приложения «Материальное нормирование», а также загрузки из системы актуальные 3D-модели деталей для последующей подготовки к загрузке на станки с ЧПУ.

У нормировщика появляется возможность составления собственных карт расчета трудового нормирования для каждой операции, используя поставляемые карты по общемашиностроительному стандарту.

Сотрудники архива могут:

1. хранить информацию;
2. иметь постоянный доступ к актуальной информации;
3. контролировать файлы электронных документов;
4. защищать информацию;
5. получать электронные извещения об изменении;
6. автоматически создавать карточки учета документов.

Сотрудники ПЭО имеют:

1. постоянный доступ к актуальной информации;
2. возможность внесения изменения в сформированные отчеты и сохранение обновленного варианта;
3. возможность формирования отчетов по выборочным техпроцессам на изделии.

Сотрудники ОМТС получают:

1. возможность в любой момент ознакомиться с актуальной и полной структурой изделия или информа-

цией по технологической подготовке производства;

2. на основании сводной ведомости сформировать планы закупок сырья, материалов и комплектующих.

Для решения поставленной задачи в штат сотрудников был привлечен специалист, который должен был разбираться с типовыми возможностями конфигурации программного продукта, а также предложить пути его адаптации к существующим потребностям и специфике нашего предприятия. С июня 2014 г. начались тестирования программного продукта. Была проанализирована работа отделов главного конструктора, главного технолога, отдела материального снабжения, планово-экономического и производственного подразделения для выявления основных сложностей, с которыми могут столкнуться подразделения при переходе на систему PDM. В результате анализа была выявлена основная проблема, не позволяющая приступить даже к пилотному запуску: это отсутствие тех отчетных форм и ведомостей, которыми пользуются указанные подразделения предприятия в своей текущей деятельности и при взаимодействии друг с другом. Для устранения данной проблемы было решено на период подготовки к переходу на ERP-систему заказать у компании-разработчика PDM-системы по нашему техническому заданию составление дополнительной обработки, которая будет в автоматизированном режиме формировать требуемые отчеты для смежных подразделений на основе конструкторско-технологической подготовки. Была проведена большая работа по разработке ведомостей ведущим специалистом отдела внедрения компании-разработчика совместно со специали-

том нашей компании. В результате мы получили возможность формировать необходимые отчетные формы материальных и технологических ведомостей, которые полностью удовлетворяют по своему содержанию потребностям специалистов всех заинтересованных подразделений в текущей работе. Были загружены все точки маршрута и технологические операции (рис. 1), отвечающие требованиям и потребностям нашего предприятия. Также в базу загружено все технологическое оборудование.

В процессе работы пополняется единый ограничительный перечень применяемых материалов (рис. 2), создается единая структура изделия (рис. 3).

Протестирована и адаптирована сквозная работа: конструктор–технолог–архив–выходные ведомости. Количество рабочих мест на пилотный запуск – восемь пользователей. Автоматизируются отдел главного конструктора, главного технолога, нормирование и архив. Специалисты компании-разработчика оказывают качественную консультативную поддержку в рамках технической поддержки.

На сегодняшний день приобретенный программный продукт полностью готов к пилотному запуску, а с июня 2015 г. планируется полномасштабный запуск и эксплуатация в постоянном режиме с количеством пользователей до 40 единиц.

Следующим этапом автоматизации будет внедрение системы автоматизированной системы планирования и диспетчеризации производственного процесса. Для этого предполагается приобрести MES-систему, совместимую с имеющейся программой PDM и выбранной ERP-системой. Программный продукт позволит:

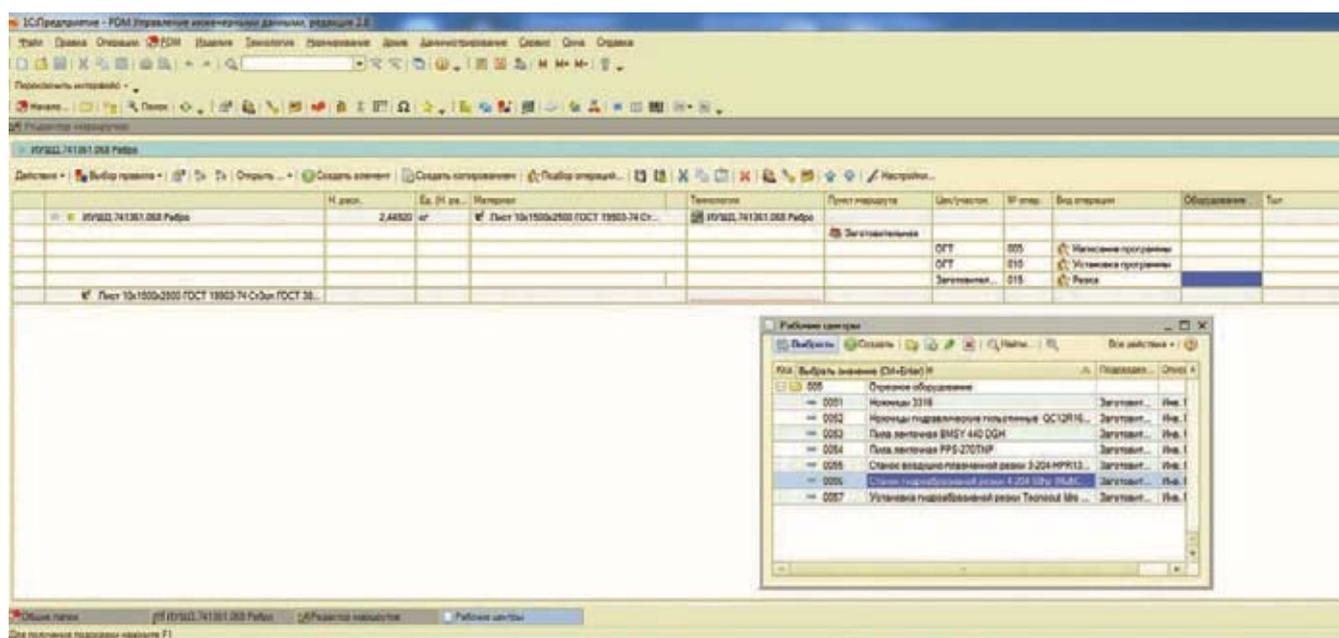


Рис.1. Редактор маршрутов

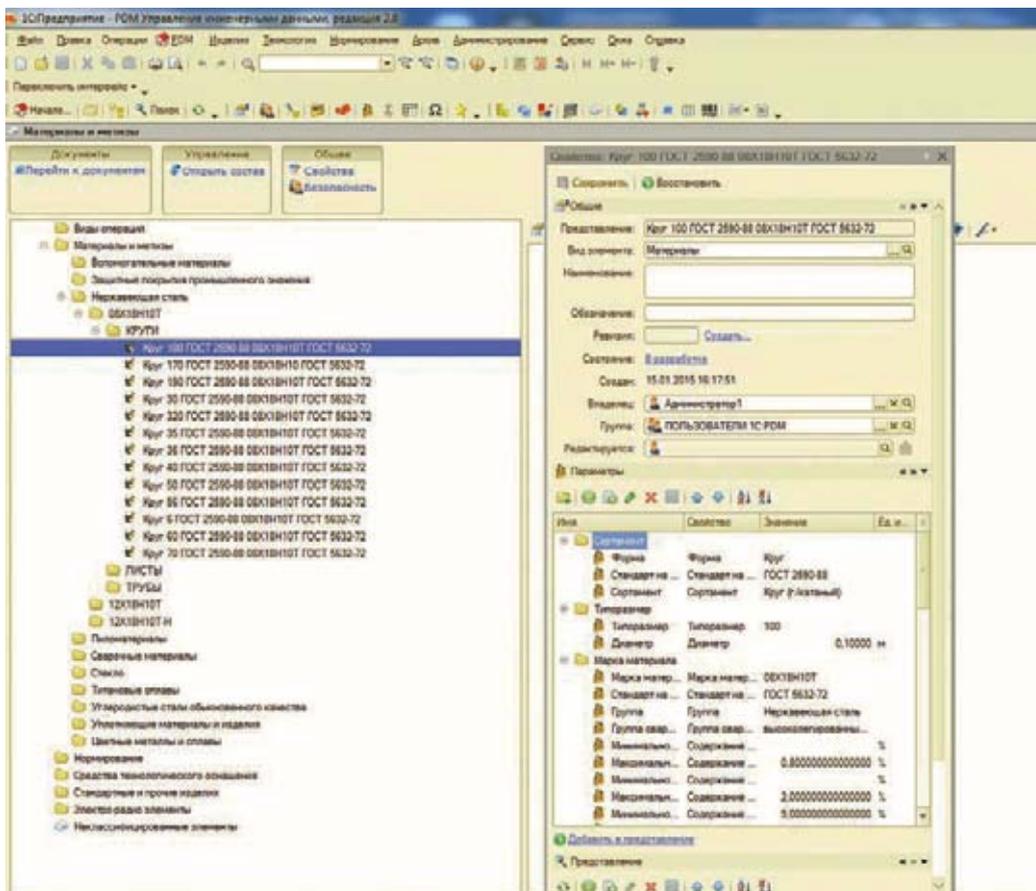


Рис.2. Единый ограничительный перечень применяемых материалов

- менеджерам размещать производственные заказы, обозначать сроки исполнения;
- специалистам ПЭО планировать объемы производства, контролировать сроки исполнения контрольных значений;
- специалистам ПДО моделировать производственную программу, формировать маршруты производства, осуществлять оперативный контроль производства, контролировать сроки контрольных значений, ход исполнения технологических операций;
- специалистам МТО получать графики потребности в материалах и полуфабрикатах, графики использования спецоснастки, с детализацией до смен и рабочих мест;
- специалистам ОТК – контролировать показатели качества, контролировать изменения показателей качества на всех этапах производства;
- технологом управлять нормативно-справочной информацией, сравнивать нормативные/фактические данные, корректировать маршруты изготовления;
- мастерам смены получать информацию о запланированных операциях, назначать исполнителей, контролировать исполнение технологических операций;
- рабочим получать план работ на смену, отражать исполнение операций. ■

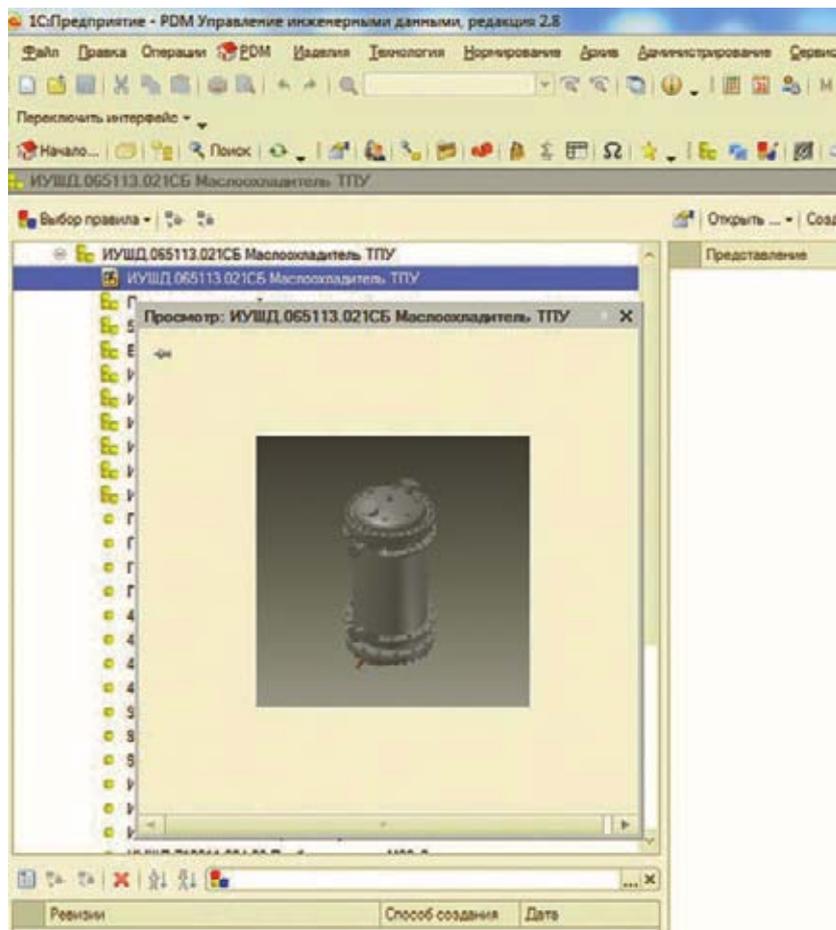


Рис.3. Электронная структура изделия

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ключевых элементов интегрированной логистической поддержки (ИЛП) жизненного цикла изделий является электронная эксплуатационная документация (ЭД), создаваемая на основе современных информационных технологий, позволяющих снизить затраты на создание ЭД, что в настоящее время становится одной из приоритетных задач ВМФ РФ.

Перспективная технология разработки электронной технической документации по требованиям международных стандартов позволяет выводить конечный продукт как в виде бумажной публикации, так и в форме интерактивного электронного технического руководства

(ИЭТР). Это обуславливает необходимость внедрения в практику проектирования электронных документов модульной структуры. Понятие документа модульной структуры основано на формировании каждого технического документа (в частности, эксплуатационной документации) из совокупности модулей данных (МД) как объектов, каждый из которых по смысловому наполнению представляет единое целое [1]. Реализация перспективной технологии создания ЭД модульной структуры требует первоначального решения следующих основных задач: разработки правил формирования состава (номенклатуры) и структуры модулей данных, определения принципов кодирования МД и унификации процесса разработки модульного документа.

Анализ и практика опыта разработки ЭД показывает [1], что отечественная нормативная документация не дает четкого и однозначного представления для конечного пользователя о том, какой должна быть ЭД (ее внешнее представление, внутренняя структура (структура XML-файлов), принципы кодификации и т.п.).

Основным стандартом, регламентирующим требования к созданию технической документации модульной структуры в бумажной форме и в форме ИЭТР, является международная спецификация S1000D [2]. В S1000D наиболее детально описаны требования к внутренней структуре, формированию и оформлению технических документов в электронной и бумажной форме с использованием единой базы данных информационных объектов. Этот стандарт может быть взят за основу для отечественного заказчика, но с учетом адаптации к требованиям российских ГОСТ.

Однако ни в иностранных, ни в отечественных нормативных документах не затрагиваются вопросы, касающиеся принципов и методов определения номенклатуры модулей данных, подлежащих разработке при создании ЭД модульной структуры для определенного сложного изделия.

В настоящей статье предлагается математическая модель, позволяющая формальным образом определить номенклатуру модулей данных, подлежащих разработке с этой целью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В целях упрощения в рамках математической модели примем к рассмотрению только отдельные документы из состава эксплуатационной документации сложного изделия, разрабатываемые в модульном исполнении, а именно: РЭ, ИМ, КДС.

В рамках математической модели примем следующие допущения в части принципа кодирования информационных объектов:

1. Информационные объекты разрабатываются с учетом привязки к элементам физической структуры изделия, при этом в качестве идентификаторов изделий выступают обозначения изделия и его составных частей. Например, если в составе системы АВБГ.123456.789-02 используется прибор

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НОМЕНКЛАТУРЫ МОДУЛЕЙ ДАННЫХ В СОСТАВЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

*М.В. Сергеев, инженер 3-й категории,
Р.В. Брегин, канд. техн. наук, начальник лаборатории,
И.Л. Боброва, канд. техн. наук, вед. специалист,
ОАО «Концерн «НПО Аврора»,
контакт. тел. (812) 292 9546*

ГВБА.987654.321-05, то коды модулей данных, относящихся к данному прибору, будут привязаны к обозначению прибора ГВБА.987654.321-05.

2. Модули данных классифицируются информационным кодом и его вариантом. Номенклатура модулей данных выбирается таким образом, чтобы каждому разделу документа, отвечающему требованиям ГОСТ, соответствовали один (что желательно) или несколько (при целесообразности) модулей данных с определенным информационным кодом и его вариантом. Номенклатура информационных кодов (и их вариантов) должна быть определена и ограничена в рамках предприятия-разработчика документации.

3. В рамках ЭД модуль данных соответствует отдельному разделу документа.

В рамках математической модели по аналогии с понятием «модуль данных» применительно к документам из состава ЭД введем понятие «элемент документа» как совокупность взаимосвязанных технических сведений, относящихся к определенной тематике, не допускающих дальнейшего дробления на составные части и используемых в качестве любого уровня вложенности в документе из состава ЭД. С учетом терминологии ГОСТ 2.105 элемент документа в составе ЭД может являться любым элементом его структуры: разделом, подразделом, пунктом, подпунктом.

Обозначим через $M_{РЭ}$ множество наименований всех элементов документов, из которых можно сформировать типовое руководство по эксплуатации согласно ГОСТ 2.610–2006 для изделия приборостроения морской техники (табл. 1):

$M_{РЭ} = \{x \mid x = \text{наименование элемента документа «Руководство по эксплуатации»}\}.$

Аналогично через $M_{ИМ}$, $M_{КДС}$ обозначим множества, соответственно содержащие наименования всех элементов документов, из которых можно сформировать типовые документы ИМ и КДС согласно ГОСТ 2.610–2006:

$M_{ИМ} = \{x \mid x = \text{наименование элемента документа «Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия»}\};$

$M_{КДС} = \{x \mid x = \text{наименование элемента документа «Каталог деталей и сборочных единиц»}\}.$

Следует отметить, что состав элементов документа по сравнению с перечнем, приведенным в ГОСТ 2.610–2006, может быть расширен с учетом специфики разрабатываемого изделия. В частности, в структуре документа могут присутствовать дополнительные модули данных (элементы документов), содержащие следующую информацию:

- разделы, связанные с описанием составных частей, определяющих специфику сложного изделия;
- порядок разборки составной части сложного изделия до уровня входящих в него элементов;
- описание встроенного программного обеспечения;
- другие МД, отражающие специфику разрабатываемого изделия.

Пример множества элементов структуры эксплуатационного документа «Руководство по эксплуатации»

Структура типового руководства по эксплуатации	Элемент множества $M_{PЭ}$
Титульный лист	-
Содержание	-
Общие сведения	Общие сведения
Раздел 1 – Описание и работа	-
Раздел 1.1 – Описание и работа системы	-
Раздел 1.1.1 – Назначение системы	Назначение
Раздел 1.1.2 – Технические характеристики	Технические характеристики
Раздел 1.1.3 – Состав системы	Состав
Раздел 1.1.4 – Устройство и работа	Устройство и работа
Раздел 1.2 – Описание и работа составных частей	-
Раздел 1.2.1 – Описание и работа прибора	-
Раздел 1.2.1.1 – Прибор 1	-
Раздел 1.2.1.1.1 – Прибор 1. Описание и работа	Устройство и работа
Раздел 1.2.1.1.2 – Прибор 1. Схема электрическая принципиальная	Схема электрическая принципиальная
Раздел 1.2.1.1.3 – Прибор 1. Вид общий	Вид общий
Раздел 1.2.1.2 – Прибор 2	-
...	-
...	-
Раздел 1.2.2 – Описание и работа модулей	-
Раздел 1.2.2.1 – Модуль 1	-
Раздел 1.2.2.1.1 – Модуль 1. Устройство и работа	Устройство и работа
Раздел 1.2.2.1.2 – Модуль 1. Схема электрическая принципиальная	Схема электрическая принципиальная
Раздел 1.2.2.1.3 – Модуль 1. Вид общий	Вид общий
Раздел 1.2.2.2 – Модуль 2	-
...	-
...	-
Раздел 2 – Использование по назначению	-
Раздел 2.1 – Эксплуатационные ограничения	Эксплуатационные ограничения
Раздел 2.2 – Подготовка изделия к использованию	Подготовка изделия к использованию
Раздел 2.3 – Использование изделия	Использование изделия
Раздел 3 – Техническое обслуживание	Техническое обслуживание
Раздел 4 – Текущий ремонт	-
Раздел 4.1 – Поиск отказов, повреждений и их последствий	Поиск отказов, повреждений и их последствий
Раздел 4.2 – Устранение отказов, повреждений и их последствий	Устранение отказов, повреждений и их последствий
Раздел 5 – Маркировка и пломбирование	Маркировка и пломбирование
Раздел 6 – Упаковка	Упаковка
Раздел 7 – Транспортирование	Транспортирование
Раздел 8 – Хранение	Хранение
Раздел 9 – Утилизация	Утилизация
Раздел 10 – Условные обозначения	Условные обозначения

Элемент множества (A_i)	Наименование элемента документа. Элемент множества (M_i)	Информационный код и вариант информационного кода по S1000D (Элементы множества $M_{ик}$)
(A_{i5})	Эксплуатационные ограничения	030B
(A_{i6})	Подготовка изделия к использованию	121B
(A_{i7})	Проверка режимов управления	131D
(A_{i8})	Техническое обслуживание	281A
(A_{i9})	Поиск отказов, повреждений и их последствий	420A
(A_{i10})	Устранение отказов, повреждений и их последствий	663A
(A_{i11})	Маркировка и пломбирование	257A
(A_{i12})	Упаковка	713A
(A_{i13})	Транспортирование	860A
(A_{i14})	Хранение	850A
(A_{i15})	Утилизация	990A
(A_{i16})	Условные обозначения	005A
...
(A_{iK})	Программное обеспечение	065A
...

Для различных видов сложных изделий отображение A_i может быть определено в качестве стандарта организации-разработчика данного сложного изделия.

Обозначим через M_K множество классов изделий, используемых организацией при формировании состава сложного изделия (как изделий собственного производства, так и покупных):

$$M_K = \{x \mid x = \text{класс изделий}\}.$$

В данном случае примем, что класс изделий – объединяющая совокупность изделий, обладающих общими свойствами и характеристиками (табл. 3).

Таблица 3

Пример множества M_K

Элемент множества (M_{K_i})	Класс изделий
(M_{K1})	Система управления общекорабельными техническими средствами корабля
(M_{K2})	Система управления главной энергетической установкой корабля
(M_{K3})	Прибор с модулем внешних связей собственного изготовления типа «пульт управления» (Прибор 1)
(M_{K4})	Прибор с модулем внешних связей собственного изготовления типа «прибор внешних связей» (Прибор 2)
(M_{K5})	Прибор без модуля внешних связей собственного изготовления типа «соединительный ящик» (Прибор 3)
(M_{K6})	Прибор без модуля внешних связей покупной
(M_{K7})	Модуль собственного изготовления непрограммируемый (Модуль 1)
(M_{K8})	Модуль покупной непрограммируемый (Модуль 2)
(M_{K9})	Модуль процессорный собственного изготовления
...	...

Примем, что для каждого класса изделий в организации существует типовой набор конструкторской документации, подлежащий обязательной разработке.

Обозначим множество A_K так, чтобы каждый элемент множества A_K являлся подмножеством отношения A_i :

$$A_K = \{x \mid x \subset A_i\}.$$

Сформируем множество A_K такое, чтобы отображение V_K множества M_K на множество A_K : $V_K = f : M_K \leftrightarrow A_K$ обладало свойством однозначного соответствия, т.е. каждому элементу множества M_K можно было поставить в соответствие только один элемент множества A_K , а каждый элемент множества A_K содержал необходимый набор информационных кодов по спецификации S1000D для соответствующих элементов документов из состава ЭД, которые необходимы для разработки данного класса изделия (элемента множества M_K) (табл. 4).

Номенклатура наименований указанных дополнительных элементов (модулей данных) формирует множество M_E .

Объединение множеств $M_{PЭ}$, $M_{ИМ}$, $M_{КДС}$ и M_E соответствует множеству M_i всех наименований элементов документов, хотя бы один раз входящих в состав документов РЭ, ИМ, КДС (минимизируем номенклатуру разделов ЭД):

$$M_i = M_{PЭ} \cup M_{ИМ} \cup M_{КДС} \cup M_E. \quad (1)$$

Обозначим через $M_{ИК}$ множество всех информационных кодов модулей данных (с учетом вариантов информационных кодов), определенных в спецификации S1000D и используемых при разработке модульной документации:

$M_{ИК} = \{x \mid x = \text{информационный код с вариантом информационного кода по спецификации S1000D}\}.$

Зададим отображение A_i множества $M_{ИК}$ на множество M_i :

$A_i = f : M_{ИК} \rightarrow M_i$ таким образом, чтобы каждому элементу множества $M_{ИК}$ соответствовал элемент множества M_i . Отображение A_i содержит множество всех пар вида $\langle x, y \rangle$, где x – элемент множества $M_{ИК}$, y – соответствующий ему элемент множества M_i .

Элементы отношения A_i задают для каждого элемента документа из состава ЭД единственный информационный (с его вариантом) по спецификации S1000D (табл. 2).

Таблица 2

Пример множества A_i

Элемент множества (A_i)	Наименование элемента документа. Элемент множества (M_i)	Информационный код и вариант информационного кода по S1000D (Элементы множества $M_{ик}$)
(A_{i1})	Назначение	011A
(A_{i2})	Технические характеристики	030A
(A_{i3})	Состав	056A
(A_{i4})	Устройство и работа	043A

Для различных видов типовых изделий отображение V_K может быть определено в качестве стандарта организационного разработчика.

Таблица 4
Пример табличной формы задания множества V_K

Элемент множества (V_{K_i})	Элемент множества M_K	Элемент множества A_K							
		Класс изделий	Элемент документа	Назначение	Состав	Устройство и работа	Технические характеристики	Схема электрическая принципиальная	Вид общий
(V_{K_1})	СУТС	•	•	•	•	•	•	•	
(V_{K_2})	Прибор 1	•	•	•	•	•	•	•	
(V_{K_3})	Прибор 2	•	•	•	•	•	•	•	
(V_{K_4})	Модуль 1	•	•	•	•	•	•	•	
(V_{K_5})	Модуль 2	•	•	•	•	•	•	•	
...	

• – данный элемент документа разрабатывается для данного класса изделий.

Обозначим через множество M_{II} множество всех изделий собственного производства организации (включая как само сложное изделие, так и его составные части) и множество всех покупных изделий, допущенных в организации к применению в составе сложного изделия:

$M_{II} = \{x | x = \text{идентификатор изделия, наименование изделия}\}$.

В качестве идентификатора изделия могут быть приняты:

- для изделий собственного производства обозначение изделия, федеральный номенклатурный номер изделия (ФНН);
- для покупных изделий ФНН, обозначение изделия, обозначение технических условий.

Обозначим через множество E_1 выборку из множества M_{II} всех изделий собственного производства организации (включая как само сложное изделие, так и его составные части) и множество всех покупных изделий, входящих в состав сложного изделия, $E_1 \subset M_{II}$. Физически множество E_1 соответствует содержанию конструкторского документа «Схема деления структурная» изделия.

Зададим отображение C_{II} множества E_1 на множество M_K так, чтобы каждому элементу множества E_1 был поставлен в соответствие единственный класс изделий из множества M_K : $C_{II} = f: E_1 \rightarrow M_K$ (табл. 5).

Таблица 5
Пример множества C_{II}

Элемент множества (C_{II_i})	Элементы множества E_1		Элементы множества M_K
	Обозначение	Наименование	Класс изделий
(C_{II_1})	АБВГ. XXXXXX.001	СУТС «Пример»	Система управления техническими средствами (СУТС)
(C_{II_2})	АБВГ. XXXXXX.002	Прибор питания	Прибор с модулем внешних связей покупной
(C_{II_3})	АБВГ. XXXXXX.003	Прибор вычислительный	Прибор с модулем внешних связей собственного изготовления (Прибор 1)
(C_{II_4})	АБВГ. XXXXXX.004	Модуль питания	Модуль собственного изготовления не программируемый (Модуль 1)
(C_{II_5})	АБВГ. XXXXXX.005	Модуль процессорный	Модуль процессорный собственного изготовления
(C_{II_6})	АБВГ. XXXXXX.006	Модуль ввода-вывода	Модуль собственного изготовления не программируемый (Модуль 1)
...

Выполним произведение отображений

$C_{II} = f: E_1 \rightarrow M_K$ и $V_K = f: M_K \rightarrow A_K$.

В результате получим

$D_{II} = f: E_1 \rightarrow A_K$ (табл. 6).

Таблица 6
Пример табличной формы задания множества D_{II}

Элемент множества (D_{II_i})	Элементы множества E_1			Элементы множества A_K					
	Изделие	Элемент документа	Назначение	Состав	Устройство и работа	Технические характеристики	Схема электрическая принципиальная	Вид общий	...
(D_{II_1})	АБВГ. XXXXXX.001	Прибор питания	•	•	•	•	•	•	•
(D_{II_2})	АБВГ. XXXXXX.002	Прибор вычислительный	•	•	•	•	•	•	•
(D_{II_3})	АБВГ. XXXXXX.003	Модуль питания	•	•	•	•	•	•	•
(D_{II_4})	АБВГ. XXXXXX.004	Модуль процессорный	•	•	•	•	•	•	•
(D_{II_5})	АБВГ. XXXXXX.005	Модуль ввода-вывода	•	•	•	•	•	•	•
...

• – данный элемент документа разрабатывается для данного изделия

Физический смысл для D_{II} означает, что для всех изделий собственного производства организации (включая как само сложное изделие, так и его составные части) и всех покупных изделий, входящих в состав определенного сложного изделия, мы определили номенклатуру информационных кодов по спецификации S1000D и соответствующих элементов документов из состава ЭД, которые необходимы для разработки в составе ЭД на данное сложное изделие.

В общем виде необходимая номенклатура элементов документов для ЭД сложного изделия будет определяться кортежем $Q_1 = \langle A_1, M_K, V_K, M_{II}, E_1, C_{II}, D_{II} \rangle$ (2)

Таким образом, математической моделью, описывающей необходимую номенклатуру элементов документов, подлежащих разработке в составе эксплуатационной документации модульной структуры сложного изделия, будет являться кортеж Q_1 .

ВЫВОДЫ

1. Предложена математическая модель номенклатуры модулей данных, подлежащих разработке в составе эксплуатационной документации модульной структуры сложного изделия, позволяющая на основе следующих исходных данных, которые могут быть приняты в качестве стандарта организации:

- множество A_1 – перечень всех возможных элементов документов из состава ЭРД с соответствующим информационным кодом по спецификации S1000D;
 - множество M_K – множество классов изделий, используемых в организации при формировании состава сложного изделия;
 - множество V_K – перечень-комплектность элементов документов, обязательных для разработки для каждого класса изделий, используемых в организации при формировании состава сложного изделия,
- определить формальным способом номенклатуру (перечень-комплектность) модулей данных (множество D_{II}), подлежащих к разработке для сложного изделия, состоящего из составных частей, обозначения которых образуют множество E_1 .

2. За счет полной формализации расчетов предложенная математическая модель может стать основой для автоматизированного расчета трудоемкости разработки ЭД модульной структуры на основе данных стандартов предприятия и схемы деления структуры сложного изделия.

ЛИТЕРАТУРА

- Брезгин Р.В., Боброва И.Л. Электронная техническая документация модульной структуры: опыт разработки // Системы управления и обработки информации: Науч.-техн. сб. / ФНПЦ «НПО «Аврора», 2008 – Вып. 16 – С. 147-155.
- S1000D International Specification for Technical Publication utilizing a common source database. Issue 4.1, 2012. ■

«Прогресс нельзя остановить, наука бесконечна, и всякое новое в ней всегда полезно, если оно раскрывает сущность явления», – эти слова академика К.В. Горева пришлось очень кстати – они отвечают теме данной статьи. Несмотря на то, что область корабельного магнетизма и способов снижения заметности кораблей по параметру магнитного поля является достаточно консервативной (здесь за последние 50 лет не произошло фундаментальных открытий, а «львиная доля» усилий научных и проектных организаций направлена на совершенствование известных принципов), тем не менее уже сегодня можно увидеть реализованные «в железе» и установленные на реальные проекты кораблей изделия, о которых в 80-х гг. XX в. говорили как о недостижимой мечте. Понятно, что эти изделия потребовали новых подходов к проектированию кораблей, к измерению их полей, к настройке и эксплуатации. Произошел качественный скачок в улучшении тактико-технических характеристик заказов, сократилось время настройки, повысилось удобство эксплуатации и технического обслуживания.



Судно «Мороз», на котором было смонтировано первое отечественное размагничивающее устройство

Поиск новых путей уменьшения магнитного поля корабля начался в конце 20-х гг. XX в., но уже не в связи с уменьшением девиации компасов, а с целью защиты кораблей от неконтактных мин и индукционных торпед. Группа инженеров, работавшая в контакте с Особым техническим бюро (Остехбюро), в 1927–1928 гг. вела поиски метода размагничивания кораблей и проводила для этого опыты на образцах с использованием соленоидов постоянного тока. В начале 1929 г. на опытном корабле Остехбюро «Мороз» было смонтировано простейшее размагничивающее устройство. Результаты испытаний этого устройства были признаны неудовлетворительными, и дальнейшая работа в этом направлении прекращена [1].

На сегодняшний момент возможности отечественной элементной базы и отработанные схемотехнические решения позволяют реализовать не только современную общекорабельную систему дистанционного управления (ДУ), где управление токами осуществляется с помощью отдельных мощных источников питания, работающих на обмотки в целом, но также секционированные системы ДУ, где обмотки разбиты на отдельные секции и управление токами

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПРОШЛОГО ВЕКА: ПОПУТНЫЙ ВЕТЕР ИЛИ ТОРМОЗ ДВИЖЕНИЯ?

Б. Ю. Семенов, гл. конструктор ОАО «НПП «Меридиан»,
контакт. тел. (812) 602 0375, доб. 134, boris-semenov@mail.ru

в них осуществляется маломощными секционными преобразователями. Разрабатывается третий вид системы ДУ с условным наименованием «комбинированная», где в разумном соотношении должны быть представлены общекорабельная и секционированная подсистемы с единым управлением. Этот вид систем наиболее близок к «оптимальной», в обозримом будущем он также займет свое место в реальных проектах кораблей.

Многообразие предложений – благо для проектантов заказов, поскольку они получают возможность выбора наилучшего варианта из ряда аналогов. К сожалению, выбор этот сегодня делают, исходя из простых критериев: массы, занимаемой площади, цены образца, безотносительно к имеющимся числовым данным, основываясь на принципах долгосрочного сотрудничества с «проверенным партнером» и нежелания рассматривать альтернативные варианты, даже если они лучше тех, что предлагает устоявшийся партнер. Зачастую он носит качественный характер.



Линкор «Марат» («Петропавловск»). Корабль отечественного флота, на котором в 1938 г. впервые были опробованы принципы построения современных систем размагничивания

Линкор «Марат» был выделен для испытания эффективности этих систем, разработанной группой ученых Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ), в начале октября 1938 г. На корабль были уложены секционные системы обмоток ЛФТИ, причем каждая секция питалась автономно от судовой сети постоянного тока через реостаты. Результаты исследований были признаны успешными: магнитное поле самого крупного бронированного корабля советского флота при помощи несложной системы обмоток удалось уменьшить в несколько десятков раз [1].



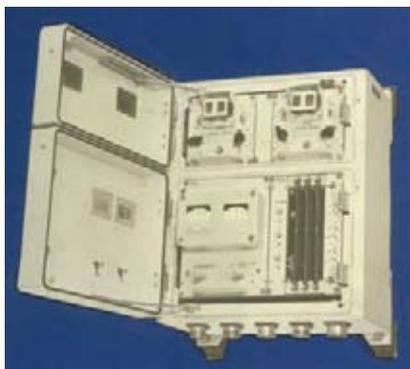
А.П. Александров (1903–1994), академик РАН, разработчик методов защиты кораблей от мин с неконтактным магнитным взрывателем

В течение 1939 г. лаборатория А.П. Александрова разработала систему секционирования обмоток, способы курсового и широтного регулирования токов в обмотках, а также типовые технические задания на проектирование систем ЛФТИ для тральщиков, предложила проект норм защиты других кораблей от магнитных мин и индукционных торпед. Стало ясно, что необходимо срочно разработать план дальнейшего развития и совершенствования методов размагничивания кораблей и выполнить его в кратчайшие сроки в связи с началом Второй мировой войны и первыми сообщениями о массовом применении немцами магнитных мин против английских кораблей [1].

Не лучшим образом обстоит дело с выбором даже на основании приведенных числовых критериев. Пояснить это можно на примере опыта внедрения секционных систем ДУ. При несомненно высоком техническом уровне, как уже было сказано, повышающем качество системы ДУ, снижающим затраты времени на настройку и регулировку, удобстве эксплуатации, секционированные системы ДУ обладают двумя существенными недостатками: высокой стоимостью и значительными затратами объемов, необходимых для размещения оборудования. Проектные расчеты показывают, что секционированные системы ДУ с этой точки зрения неэффективны при установке на кораблях малого водоизмещения (до 2000 т), а на проектах судов водоизмещением от 10 000 т и выше они становятся настолько громоздкими, что корабль может превратиться в сооружение для транспортировки системы ДУ. Поэтому для кораблей малого водоизмещения наиболее оптимальны традицион-

ные системы ДУ с общекорабельным принципом построения, для кораблей большого водоизмещения – комбинированные системы ДУ. И только в сегменте от 2000 до 10 000 т чисто секционированные системы ДУ могут занять прочное положение.

Конечно, данная попытка классификации на основе водоизмещения сугубо предварительная, поскольку не учитывает такие важные параметры, как целевое назначение заказа, типовые тактические мероприятия по боевому применению, автономность, наличие стендов контроля магнитных полей и их техническую готовность, наличие квалифицированных кадров, способных эксплуатировать сложную аппаратуру и поддерживать ее работоспособность, и т. д. Решение этих вопросов требует проведения серьезного научно-технического исследования, основанного на современном опыте эксплуатации систем ДУ различных классов.



Прибор ДК-Р из состава аппаратуры для общекорабельных систем компенсации магнитного поля типа «КАДМИЙ-Р»

Вершиной инженерной мысли советского периода в области создания аппаратуры для систем компенсации магнитного поля стала разработка ЦКБ «Меридиан» в начале 80-х гг. XX в. изделия «КАДМИЙ-Р». Оно позволяло формировать общекорабельную систему размагничивания высокой сложности, обеспечивало компенсацию в соответствии со всеми известными функциями и допускало установку на корабли любого водоизмещения. В настоящее время изделие устарело в связи с развитием электронной элементной базы.

И вот теперь настало время обратиться к нормативной базе, относящейся к обеспечению скрытности кораблей по параметру величины магнитного поля, а также оценить ее актуальность в свете сегодняшнего дня. Основным нормативный документ, содержащий требования к проектированию средств магнитной защиты кораблей, введен в действие в 1981 г. – это «Руководство по магнитной защите кораблей» (сокращенно – РМЗК-81).

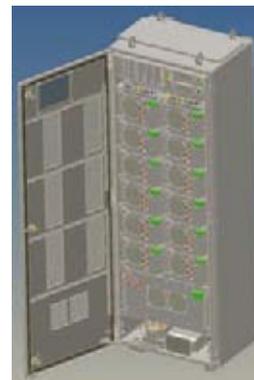


Отечественный корвет пр. 20380 в период электромагнитной обработки

Первая серийная отечественная система компенсации магнитного поля корабля на основе посекционного управления токами в обмотках типа СМ-2 была введена в эксплуатацию на кораблях пр. 20380 (проектант – ОАО «ЦМКБ «Алмаз») в начале 10-х гг. XXI в.

Следует отметить, что с момента введения документа в действие прошло почти четверть века, поэтому в перечне принятых сокращений, с перечисления которых начинается данный документ, отсутствуют и секционированная система ДУ (ССДУ) и комбинированная система ДУ (КСДУ). Нет упоминания этих систем и далее по тексту, и это объяснимо, потому что на момент внедрения РМЗК-81 теоретические основы построения ССДУ и КСДУ только-только начали разрабатываться. Сегодня в эксплуатации на заказах пр. 20380 уже находится ССДУ типа СМ-2, не за горами установка ССДУ типа ЦГ-7024 на заказах подводного флота. Полным ходом идет разработка в секционированном исполнении аппаратуры КДС, разрабатывается аппаратура АМК-61. Сегодня уже фактически узаконена процедура одновременной проработки систем ДУ в традиционном и секционированном вариантах – так работают все проектанты, за исключением разработчиков заказов сверхмалого водоизмещения, да и то в отдельных случаях секционированные варианты встречаются и у них.

Можно было бы принять сложившееся положение, что называется, «по умолчанию», так сказать, «по факту возникновения», рассматривая РМЗК-81 как рекомендательный документ, который предоставляет много полезной информации разработчикам при проектировании систем ДУ. Однако формально это не так: в аннотации документа записано, что данное руководство является обязательным для всех организаций и предприятий судостроительной промышленности, занимающихся вопросами магнитной защиты кораблей и судов ВМФ в процессе их проектирования, строительства, модернизации, эксплуатации и ремонта. Следовательно, не включенные в РМЗК-81 технические решения юридически существуют «вне закона».



Проектная 3D-модель и опытный образец прототипа отсечного прибора ОПБ-С для систем размагничивания с посекционным питанием

Первый опыт применения систем компенсации магнитного поля с посекционным питанием обмоток показал, что необходимо снижение масс и габаритов преобразователей, питающих секции обмоток. ОАО «НПФ «Меридиан» ведет разработки отсечного прибора типа ОПБ-С, в котором в одной стойке объединяются источники для питания шести секций.

Статус РМЗК-81 как действующего нормоустанавливающего документа, обязательного к исполнению, подтверждается включением ссылок на него в договорные документы заводов-строителей. Например, в закупочной документации на участие в измерениях параметров ФП (МК, ЭМК) заказа пр. 20380, зав. № 1004 с секционированной системой ДУ, завод «Северная верфь» ссылается на требования РМЗК-81.

Важно отметить, что предыдущее руководство (РПК-68, введено в действие в 1967 г.), было заменено на ныне действующее РМЗК-81 через 14 лет. Настало время для разработки нового РМЗК с участием в этой работе ведущих научных специалистов ВМФ, научных организаций, проектантов и разработчиков оборудования. Упорядочив настоящее, легче совершать прорыв в будущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ткаченко Б. А.* История размагничивания кораблей советского военно-морского флота. – Л.: Наука, 1981 г. ■

ВВЕДЕНИЕ

Разработка отдельных видов функциональных стратегий развития промышленного предприятия в целом практически невозможна без последовательной координации с целями и задачами, которые ставятся при реализации других стратегий каждого из подразделений на всех уровнях управленческой иерархии [1,2].

В процессе формировании менеджментом подобного подхода возможно проявление эффекта синергизма при реализации алгоритма управления. Оценка результативности деятельности с учетом достижения данного эффекта позволит менеджменту промышленного предприятия перейти на новый инновационный уровень конкурентоспособного управления.

Для оценки результативности реализуемых бизнес-процессов целесообразно применять комплексную систему сбалансированных ключевых показателей (СКП) производственной и финансовой деятельности [3].

Диапазон изменения этих показателей может варьироваться в широких пределах в зависимости от фазы развития модели жизненного цикла [4] промышленного предприятия. Использование в качестве рабочего инструмента комплексных СКП будет способствовать грамотному синтезу и реализации решений при управлении промышленным предприятием.

Ориентировочные расчеты позволяют оценить значения запаса устойчивости промышленного предприятия (от минимального до максимального значения) при достижении поставленной цели с учетом всех возможных ситуаций в процессе развития его жизненного цикла.

В этом случае, по нашему мнению, следует уделить исследованию запаса устойчивости дополнительное внимание. Предполагается, что подобного рода «запас прочности» можно и должно использовать в целях ускоренного конкурентного развития без ущерба для восприятия акционеров и имиджа менеджмента промышленного предприятия.

МЕТОДИКА

На начальном этапе жизненного цикла – фаза «юность» – усилия инновационных преобразований менеджментом промышленного предприятия направлены на достижение роста доходов, расширение структуры деятельности, сокращение издержек и увеличение производительности. Руководство вынуждено проводить высокорисковую инновационную политику для сохранения позиций на рынке. Бизнес-процессы находятся в степени слабой формализации, положение крайне неустойчиво.

ЭТАПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ю. А. Николаев, ассистент кафедры СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 570 4252, +7 (921) 985 5556*

На следующем этапе жизненного цикла – фаза «расцвет» – инновационные преобразования менеджмента промышленного предприятия направлены на достижение роста общего объема продаж и количества привлекаемых клиентов в сегменте рынка. Основные усилия предпринимаются в направлении оптимизации соотношения постоянных и переменных затрат, рентабельности привлекаемых активов, сокращения затрат на привлекаемый капитал. Значительных инвестиций уже не требуется, но при этом существенно возрастает ответственность за сохранение позиций в условиях возрастающей конкуренции. Сильная степень формализации бизнес-процессов, положение относительно устойчиво.

На следующем этапе жизненного цикла – фаза «зрелость» – инновационные преобразования менеджментом промышленного предприятия ориентированы на рост прибыльности продукта и клиента, сокращение прямых и косвенных издержек. Особое внимание концентрируется на реализации стремления к повышению капитализации, защите стратегических и конкурентных преимуществ на рынке, оптимизации инвестиционной деятельности, которая является источником новых возможностей. Сильная степень формализации бизнес-процессов, положение устойчиво.

На заключительном этапе жизненного цикла – фаза «старость» (экономический спад) – возникает проблема реструктуризации и реинжиниринга установившихся бизнес-процессов.

Поэтому основным направлением приложения усилий по повышению конкурентного развития промышленного предприятия можно считать ускорение изменений этих переменных.

Для оценки перспектив будущей конкурентной позиции промышленного предприятия целесообразно использовать СКП устойчивости (СКПУ) функционирования и развития.

СКПУ промышленного предприятия – вероятность достижения цели в условиях высокой волатильности непредсказуемых изменений состояния внешней и внутренней среды. Регулирование СКП представляет собой подсистему достижения прироста инновационного потенциала промышленного предприятия за счет изменения качества жизни потребителей путем создания и коммерческой реализации перспек-

тивных новых видов продукции, производственных и управленческих технологий, освоения новых видов услуг для достижения конкурентных преимуществ в долгосрочной перспективе при высокой динамике внешней среды.

Использование процессов моделирования деятельности позволит оценить запас устойчивости функционирования промышленного предприятия (в диапазоне от минимального до максимально возможных значений) относительно поставленной цели с учетом высокой волатильности изменения факторов внешней и внутренней среды.

СКП устойчивости представляет собой в определенном смысле нижнюю градацию возможной способности промышленного предприятия к ускоренному конкурентному развитию. Естественно, что без восстановления уровня устойчивости невозможно планировать мероприятия по развитию ввиду отсутствия достаточности ресурсной базы. Следовательно, изначально менеджмент промышленного предприятия должен отслеживать СКПУ и добиваться немедленного восстановления в случае появления критических отклонений от нормативных значений.

Методология действий менеджмента при решении задач инновационного развития, с нашей точки зрения, включает разработку относительно самостоятельных задач:

- выбор показателей комплексной оценки индикаторов состояния промышленного предприятия;
- оценка исходного состояния индикаторов инновационного развития, прежде всего сбалансированных ключевых показателей устойчивости;
- немедленное восстановление сбалансированных ключевых показателей устойчивости в случае выявления критических отклонений от нормативных значений;
- оценка направленности инновационных тенденций макроэкономической среды;
- оценка состояния развития экономической инфраструктуры региона;
- оценка потенциальных возможностей развития самого промышленного предприятия;
- разработка рекомендаций в форме «дерева сценариев» будущих состояний для лиц, принимающих решения;
- разработка рекомендаций в форме программы обеспечения инновационного

перехода от имеющегося состояния к планируемому ориентиру;

– разработка рекомендаций по возможному использованию актуального запаса устойчивости (при его наличии) в целях ускоренного конкурентного развития.

ЭТАПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Устойчивость процесса экономического развития характеризует процесс функционирования промышленного предприятия, отражает стабильность нахождения значений СКП в пределах нормативных значений, постоянный характер, преемственность и непрерывность изменений в направлении совершенствования с целью перехода на качественно новый уровень деятельности.

Процедуру мониторинга показателя устойчивости промышленного предприятия целесообразно проводить в несколько этапов, каждый из которых формируется из целого ряда операций. Последовательность выполнения каждой операции зависит от результатов, которые получены на предыдущей стадии исследования функционального состояния.

I этап. Формирование основополагающих положений для регулирования СКПУ промышленного предприятия предусматривает необходимость постановки и достижения определенных целей.

II этап. Формулирование стратегии, функций, принципов и методов регулирования СКПУ, конкретизация субъектов и объектов управления в рамках концепции. При такой постановке задачи возникает необходимость решения целого перечня вопросов, которые нужно формализовать путем обозначения взаимозависимости и взаимообусловленности экономических и неэкономических СКП.

III этап. Качественный и количественный анализ факторов внешней и внутренней устойчивости проводится на основе системы показателей текущего состояния и развития промышленного предприятия с целью заблаговременного предупреждения опасности и принятия мер по обеспечению устойчивости.

IV этап. Оценка и анализ уровня устойчивости промышленного предприятия, определение класса устойчивости. Определяются СКПУ различных факторов, проводится их нормировка, осуществляется расчет показателей устойчивости.

V этап. Процедура определения величины рассогласования фактических и нормативных значений СКПУ промышленного предприятия. Идентификация менеджментом фактической управленческой ситуации.

VI этап. В случае превышения допустимых величин рассогласования фактических и нормативных значений СКПУ

делается вывод о том, что состояние промышленного предприятия неустойчиво.

VII этап. Реализация оценки достаточности ресурсной базы (финансовых, материальных, количества и качества человеческого капитала) для компенсации негативных воздействий внешней и внутренней среды.

VIII этап. В случае отсутствия ресурсов для компенсации негативных факторов менеджмент изучает варианты получения доступа к источникам необходимых дополнительных ресурсов, в том числе с использованием компромиссных решений в составе разветвленной сети кооперативных взаимоотношений с партнерами.

IX этап. При отсутствии перспектив получения дополнительных средств следует обратиться к учредителям промышленного предприятия для использования уже их горизонта перспективного планирования и дополнительных возможностей. В этом случае, как и в подавляющем большинстве других, прерогатива принятия окончательных решений о продолжении деятельности или ее прекращении с объявлением процедуры банкротства принадлежит собственникам промышленного предприятия.

X этап. При наличии достаточного количества ресурсов менеджментом разрабатывается необходимый комплекс антикризисных мероприятий для компенсации негативных факторов и немедленного восстановления СКПУ, на реализацию которого непременно требуется получить одобрение или решение об отклонении составом учредителей.

XI этап. В случае отклонения антикризисного комплекса мероприятий проводится его корректировка с последующим утверждением составом учредителей.

XII этап. Мониторинг процесса внедрения утвержденного проекта комплекса мероприятий. Вновь повторяется этап V.

XIII этап. При установлении факта, нахождения СКПУ в пределах допустимых значений, продолжается реализация ранее утвержденной стратегии.

XIV этап. По результатам анализа и оценки уровня устойчивости разрабатываются управленческие решения, корректируются цели, функции, принципы и методы управления устойчивым развитием. На основании этого разрабатываются предложения для руководства, направленные на повышение устойчивости промышленного предприятия с учетом возможных, ранее выявленных недочетов.

XV этап. Документирование отчетности. Информация о результатах регулирования устойчивости промышленного предприятия должна быть представлена в форме открытого отчета для дальнейшего распространения в среде стейкхолдеров процесса регулирования. Подобного рода информация должна быть доступной для внутренних, а в от-

крытых акционерных обществах и внешних пользователей.

XVI этап. Разработка комплекса мероприятий по снижению рисков нарушений СКПУ (оценка эффективности от мероприятий, фактическая возможность их проведения, юридическая экспертиза). Формирование резервов с учетом возникших ранее и предполагаемых в дальнейшем нарушений СКПУ промышленного предприятия.

XVII этап. Контроль и корректировка осуществляемых мероприятий. Формирование программы в рамках общего финансового плана на прогнозируемый период (определение комплексного влияния мероприятий на финансовое состояние предприятия, внесение результатов затрат и реализация программы в финансовый план).

ВЫВОДЫ

Сбалансированные показатели устойчивости промышленного предприятия определяют вероятность достижения поставленных целей в зависимости от высокой волатильности показателей состояния внешней и внутренней среды.

При изменении интенсивности воздействия факторов внешней и внутренней среды менеджмент промышленного предприятия может различным образом добиваться компенсации негативных внешних и внутренних воздействий в зависимости от того, какой стадии жизненного цикла оно достигло и, соответственно, какой ресурсной базой располагает.

Качественный и количественный анализ факторов внешней и внутренней устойчивости проводится на основе системы показателей текущего состояния.

По результатам мониторинга в случае превышения допустимых величин рассогласования фактических и нормативных значений СКПУ делается вывод об идентификации управленческой ситуации (устойчивость).

В случае неустойчивого положения ведется поиск дополнительных ресурсов для корректировки негативной ситуации.

Если СКПУ находятся в пределах допустимых значений, менеджмент продолжает реализацию ранее утвержденной стратегии, контроль и корректировку программы в рамках общего финансового плана на прогнозируемый период. Рецензент: **А.В. Абрамов**, д-р эконом. наук.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамов А.В. Инновационная экономика. – СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2013. – 96 с.
2. Абрамов А.В., Алексин М.Ю. Инвестирование в инновационном предпринимательстве. – СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2012. – 276 с.
3. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – М.: Олимп Бизнес, 2006. – 304 с.
4. Стуканов В.С., Токаренко Г.С. Риск-менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 288 с. ■

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент руководством страны перед предприятиями оборонного комплекса в целом и кораблестроительной отрасли в частности поставлен ряд задач по управлению жизненным циклом изделий военной техники. Концептуальные требования по внедрению технологий управления жизненным циклом (ЖЦ) содержатся в целом ряде документов самого высокого уровня.

Одним из наиболее значимых вопросов, решаемых в рамках внедрения технологий управления ЖЦ продукции военного назначения, является переход на заключение с производителями контрактов ЖЦ.

Очевидно, что в отличие от контрактов на поставку или создание техники формирование контрактов ЖЦ потребует включения в них, помимо условий поставки продукции, дополнительных требований к обслуживанию, ремонту и утилизации.

В современных условиях одним из наиболее острых, достаточно широко обсуждаемых и требующих решения вопросов, является сервисное обслуживание кораблей и судов ВМФ, в том числе его составной части – технического обслуживания (ТО).

В соответствии с действующими нормативными документами предполагается, что ТО кораблей и судов ВМФ осуществляется как силами личного состава, так и предприятиями промышленности в рамках выполнения контрактов по сервисному обслуживанию кораблей.

Сложившаяся на текущий момент практика выполнения работ по сервисному обслуживанию на основании формируемых ВМФ ведомостей и протоколов согласования состава и объема работ имеет ряд недостатков. Во-первых, она предусматривает достаточно длительный и трудоемкий процесс уточнения перечня работ, определения трудоемкости и согласования стоимости в рамках установленных лимитов финансирования. Во-вторых, такой способ организации сервисного обслуживания очевидно не подходит для заключения контрактов ЖЦ, так как не позволяет спланировать работы на длительный период.

Кроме того, традиционно поставляемая ВМФ эксплуатационная документация (ЭД) не содержит достаточных сведений для организации ТО так как:

- в составе ЭД не содержится сводных требований к составу работ, выполняемых в рамках ТО, данные представлены в документах по комплектующим изделиям в различной форме и с трудом поддаются анализу;
- ЭД не содержит сведений о разделении регламентированных мероприятий по ТО на работы, выполняемые силами личного состава, и работы, выполняемые промышленностью в рамках сервисного обслуживания;
- большая часть ЭД не содержит данных о трудоемкости выполнения работ, а в документах, где такая информация приведена, она носит скорее информационно-справочный, нежели юридически обязывающий характер;
- в ряде документов на комплектующие изделия (особенно для изделий межотраслевого применения и изделий импортного производства) не приводится полный перечень мероприятий по ТО, необходимых для обеспечения технической готовности изделия в течение всего срока эксплуатации.

Таким образом, очевидна необходимость использования сводных нормативно-технических документов (регламентов ТО), являющихся одной из составных частей информационного обеспечения сервисного обслуживания и регламентирующих порядок ТО корабля в части состава, периодичности, объема и трудоемкости работ, выполняемых как личным составом ВМФ, так и промышленностью в рамках сервисного обслуживания, своего рода «сервисная книжка» на корабль.

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ ВМФ РФ

*Д. А. Богданов, ген. директор,
В. А. Власов, зам. ген. директора,
Р. А. Мыскин, канд. техн. наук, руководитель отдела,
К. Б. Трошкин, руководитель проекта,
ЗАО «Си Проект»,
контакт. тел. (812) 740 3595*

При этом в данный документ должны быть включены не только требования собственно эксплуатационной документации, но и требования руководящих и нормативных документов ВМФ относительно периодичности и объемов работ по обслуживанию корабля.

ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ РЕГЛАМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Использование регламентов помимо информационной поддержки процессов проведения ТО экипажем позволяют значительно уменьшить время на подготовку состава и объема работ, выполняемых предприятиями промышленности, за счет структурированности и полноты данных.

На рис. 1 представлен график подготовки состава и объема работ на базе эксплуатационной документации.

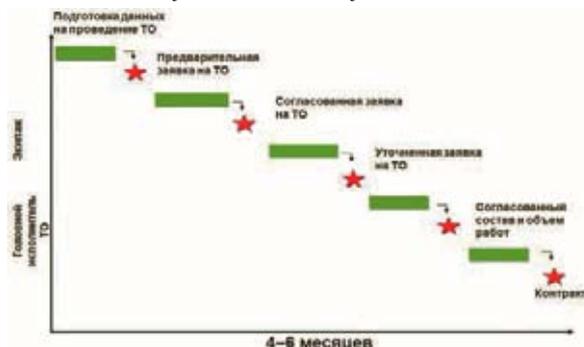


Рис. 1. Подготовка состава и объема работ на базе ЭД

При применении регламента ТО уменьшается время на подготовку и уточняется заявка на ТО.

На рис. 2 представлен график подготовки состава и объема работ на базе Регламента технического обслуживания.



Рис. 2. Подготовка состава и объема работ на базе ЭД

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕГЛАМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В НЕОБОРОННЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Для определения требований к составу регламентов ТО кораблей и судов ВМФ был проанализирован состав регламентов в отраслях промышленности, смежных с ОПК. В настоящее время

существует значительный опыт создания регламентов сервисного (технического) обслуживания в технологически сложных отраслях промышленности [1–4]. В качестве примеров можно привести регламенты в гражданском судостроении, авиационной и автомобильной промышленности, энергетическом секторе:

Авиационная промышленность. Целью регламентов ТО в авиационной промышленности является планирование проведения регламентных работ инженерно-техническим персоналом, контроль соблюдения технологии выполнения работ. Регламент включает в себя несколько разделов, например: планер и общие системы, авиационное оборудование, радиоэлектронное оборудование, авиационное вооружение.

Основной особенностью регламентов воздушных судов является классификация и кодирование регламентных работ с помощью цифровых обозначений работ в соответствии с разделом регламента.

Регламент ТО в части периодических регламентных работ представлен в виде одной или двух таблиц. В первой таблице приводятся все формы ТО в привязке к периодичности их проведения, во второй таблице – перечень всех регламентных работ с указанием, в какую форму ТО они входят (табл. 1).

Таблица 1

Пример формы представления регламента ТО в авиационной промышленности

Пункт РТО	Содержание работ	Кто контролирует	В какие формы ТО входит	Номер ТК
	2.02.00. Силовая установка			
2.02.01	Осмотрите обшивку гондол и пилонов, бортовые угольники пилонов	Т	1,2,3,9	6.1
2.02.02	Осмотрите носовые обтекатели, приемники воздушного давления, ВНА и рабочие лопасти 1 ступени КНД боковых двигателей	И	3,6,9	6.2
	2.03.00. Вспомогательная силовая установка (ВСУ). Пусковой двигатель АИ-9			
2.03.01	Осмотрите капот пускового двигателя, убедитесь, что нет трещин обшивки, ослабления заклепок и других повреждений.	Т	1-9	6.34

Технологические системы авиатопливообеспечения, программные технические комплексы автоматизированной системы управления (ПТК АСУ) электростанций. Целью регламентов ТО в секторе авиатопливообеспечения и ПТК АСУ электростанций является проведение регламентных работ и контроль полноты выполнения перечня технологических операций. Регламент представлен в виде двух частей. В первой части определяются виды ТО и их периодичность, во второй части приводится перечень регламентных работ на выбранном оборудовании.

Таблица 2

Пример формы представления регламента ТО для ПТК АСУ электростанций

Зона	№ п/п	Операция	Норма времени, чел./ч	Примечание
Чистка и смазка	1	Все работы, предусмотренные ТО-1		Работы проводятся в соответствии с картой ТО-1
	2	Чистка шкафов ПТК: серверного; сетевого; СГП (при наличии). Присоединения. Осмотр внутреннего пространства и оборудования шкафа на предмет наличия повреждений; чистка при помощи пылесоса на выдув; в случае невозможности удаления грязи при помощи пылесоса чистка техническим лоскутом.	1	Без вывода оборудования из работы. Норма времени указана для обслуживания одного шкафа.
Чистка и смазка	3	Проверка поверхностей контактов клеммных соединений.	0,1	Без вывода оборудования из работы. Норма времени указана для обслуживания одного шкафа. Проводится визуально.

Зона	№ п/п	Операция	Норма времени, чел./ч	Примечание
	4	Чистка серверов: Отключение оборудования сервера; чистка внутреннего пространства и комплектующих при помощи пылесоса. В случае невозможности удаления грязи при помощи пылесоса чистка техническим лоскутом. Включение оборудования сервера	2	Производится на поочередно отключенных серверах основном и резервном. Норма времени указана для обслуживания одного сервера.

Гражданское судостроение. Целью регламентов ТО в секторе гражданского судостроения является планирование работ судовым экипажем, береговыми бригадами и контроль полноты выполнения перечня работ.

В регламент включается все оборудование корабля, работы на данном оборудовании (без обобщений ТО-1, ТО-2 и т. д.), нормативная периодичность выполнения каждой работы, трудоемкость работы на одной единице оборудования и суммарная трудоемкость.

Таблица 3

Пример формы представления регламента ТО в гражданском судостроении

№ п/п	Наименование работ	Периодичность	Трудоемкость		Исполнитель
			На ед.	Год	
Корпус и корпусные конструкции					
1	Корпус в настройках				
	Осмотр наружной обшивки	1 раз в мес.	0,2	45	СЭ
2	Иллюминаторы прямоугольные створчатые				
	Очистка и смазка	1 раз в мес.	0,35	144	СЭ
	Замена	1 раз в год	0,3	24	БТО
Главный двигатель					
4	Втулки цилиндров				
	Работа 1				
	Работа 2				

Выполненный анализ приведенных регламентов выявил невозможность использования их для кораблей и судов ВМФ в связи со спецификой планирования и контрактации работ ТО для ВМФ, объемом представления информации.

СОСТАВ И ФОРМА РЕГЛАМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА КОРАБЛИ И СУДА ВМФ

Исходя из того, что регламент ТО на корабли и суда ВМФ разрабатывается как для представителей промышленности, так и для личного состава кораблей, выделим основные задачи указанного документа:

- планирование работ и ресурсов для проведения всех видов ТО корабля, выполняемых экипажем;
- формирование перечня и объема работ по ТО корабля, выполняемых организациями и предприятиями промышленности в рамках сервисного обслуживания кораблей ВМФ;
- контроль над полнотой выполнения работ при всех видах ТО;
- получение справочной информации о периодичности, составе и трудоемкости работ, потребном количестве запасных частей и материалов, оснастке для организации всех видов ТО корабля.

На основании задач регламента, анализа регламентов в смежных отраслях промышленности, объема комплектующих изделий (КИ) и систем кораблей, а также нормативной базы ВМФ по проведению технического, сервисного обслуживания регламент ТО кораблей и судов ВМФ должен содержать четыре уровня информации:

1. Уровень раздела регламента ТО:
 - название раздела.

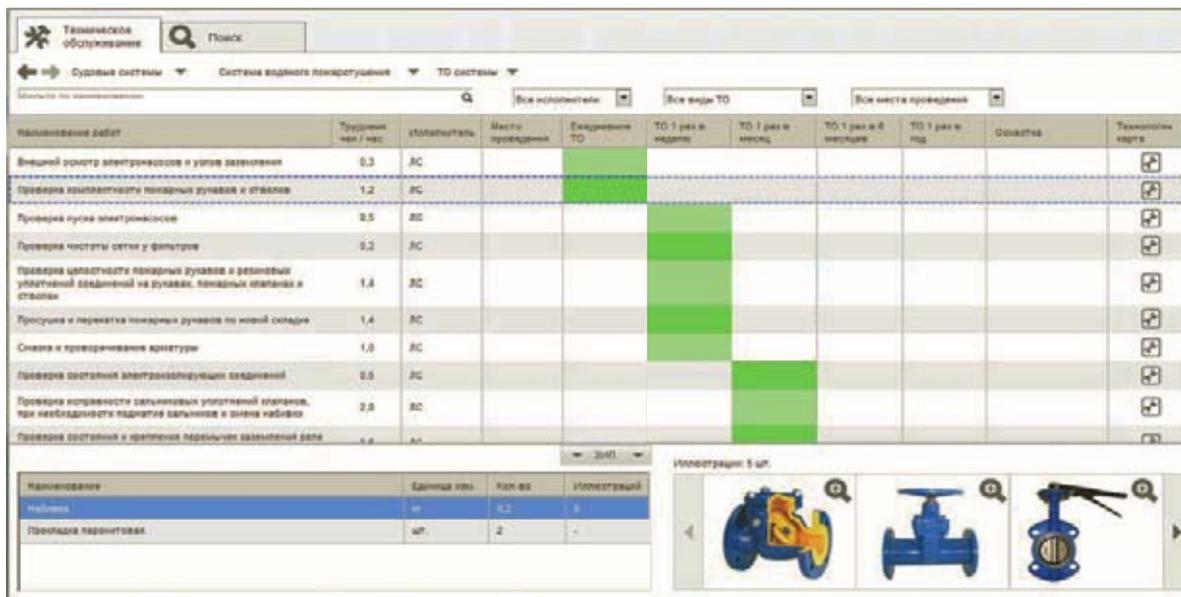


Рис. 3. Электронная публикация регламента технического обслуживания

2. Уровень системы корабля:
 - наименование системы корабля;
 - десятичный номер технического описания и инструкции по эксплуатации на систему;
 - десятичный номер чертежа на систему;
 - принадлежность системы к боевой части (службе) корабля.
3. Уровень комплектующего изделия (КИ):
 - наименование КИ;
 - десятичный номер технических условий на поставку КИ;
 - предприятие-изготовитель (предприятие-поставщик для импортного оборудования);
 - назначенный ресурс до заводского ремонта (при наличии в ЭД);
 - полный назначенный ресурс;
 - срок службы до заводского ремонта (при наличии в ЭД);
 - полный срок службы;
 - десятичный номер чертежа КИ;
 - десятичный номер руководства по эксплуатации КИ;
 - принадлежность КИ к боевой части (службе) корабля;
 - количество КИ данного типа.
4. Уровень работы ТО:
 - наименование работы;
 - вид ТО, опосредовано представляющий периодичность проведения работы либо по интервалу времени, либо по наработке КИ (1 раз в месяц, 1 раз в год, через 5000 часов работы);
 - исполнитель работы: личный состав (ЛС), головной исполнитель сервисного обслуживания (ГИ СО);
 - трудоемкость работы;
 - ограничение места проведения ТО (причал, стенд/лаборатория, док, завод и т. д.);
 - наименование и обозначение дополнительной оснастки, необходимой для проведения работы;
 - номер пункта руководства по эксплуатации КИ с описанием технологической карты для проведения работы или ссылка на номер технологической карты;
 - потребное количество ЗИП и материалов для выполнения работы с указанием наименования, обозначения по чертежу или ГОСТ, расходного количества и единицы измерения.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА БАЗЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ЗАО «Си Проект» выполнило работы по разработке специализированного программного обеспечения разработки рег-

ламенты технического обслуживания. Регламент технического обслуживания создается в виде печатного документа и в виде электронной публикации.

Электронная публикация регламента содержит тот же объем данных, что и печатный документ, но доступ к информации организован в более удобном виде, с широкими возможностями фильтрации.

Благодаря наличию ссылок между разделами, текстовой и графической информации в электронном регламенте возможен быстрый поиск необходимой информации.

Экранная форма электронной публикации представлена на рис. 3.

При применении специализированного ПО трудоемкость разработки регламента ТО уменьшается на 60–70% за счет:

- использования единых системных справочников и справочников норм трудоемкостей типовых операций;
- использования каталогов комплектующих изделий, ЗИП и материалов;
- автоматизированной проверки введенных пользователем данных на корректность.

ВЫВОДЫ

Разработка регламентов ТО – стратегическая задача при внедрении технологий управления жизненным циклом кораблей и судов ВМФ. При разработке регламентов требуется учитывать объем включаемой информации, специфику использования документа при планировании технического и сервисного обслуживания кораблей.

Использование информационных технологий на базе ПО, разработанного ЗАО «Си Проект», позволит повысить эффективность разработки и минимизировать ошибки документа.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 39-0147103-309–88. Положение о порядке разработки, согласования и утверждения технологического регламента установок промышленной подготовки нефти.
2. Научно-производственное предприятие: Микроника. Регламент технического обслуживания ПТК АСУ ТП. <http://mikronika-energo.ru/service/reglament>, свободный.
3. Далецкий С. В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации. – М.: Воздушный транспорт, 2005.
4. ОР 07.00-29.13.00-КТН-005-1-00 Регламент технического обслуживания и ремонта запорной арматуры.
5. ГОСТ 2.601–2006 ЕСКД. Эксплуатационные документы.
6. ГОСТ Р 53393–2009 ИЛП. Основные положения. ■

Информационное представление корпуса судна в металле на судостроительном предприятии осуществляют рабочие соответствующих профессий. Именно профессия рабочего определяет его умение выполнить технологические операции, необходимые при изготовлении корпуса судна.

Рабочие в соответствии с договором найма должны выполнить технологическую операцию (работу), связанную с изготовлением корпуса судна за время и численностью, которые установлены нормативом при условии, что:

- операция соответствует их профессии;
- на выполнение операции будет выдано «задание администратора»;
- выполнение операции обеспечено.

Отношения «администратор–рабочие» – неотъемлемое звено управления процессом изготовления корпуса судна.

Завершение отдельной работы относительно «графика» может быть охарактеризовано следующим образом:

- работа выполнена с опозданием;
- работа выполнена с опережением;
- работа выполнена своевременно.

Работы, выполненные с опозданием или с опережением, приводят к косвенным затратам. Работы, выполненные своевременно, обеспечивают своевременное изготовление корпуса судна и минимизируют косвенные затраты. Своевременное изготовление корпуса судна зависит от своевременности выдачи администратором задания рабочему.

Для использования потенциальных возможностей этого звена управления информационное представление «задания администратора» о работе (технологической операции) должно быть ориентировано на ее выполнение рабочими определенной профессии с указанием:

- адреса работы;
- нормированного количества исполнителей;
- нормированной продолжительности выполнения;
- времени окончания работы.

Продолжительность изготовления корпуса судна соответствует сумме двух составляющих: сумме продолжительностей технологических операций и суммарного времени ожидания между окончанием операции и началом следующей в технологической последовательности, которая является доминирующей по времени от начала первой технологической операции до окончания последней. Фактическая продолжительность работы по технологическому процессу (ТП) отлича-

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА СУДНА

*Е.Н. Никитин, зав. лабораторией,
В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф., зав. кафедры, СПбГМТУ,
В.А. Rogozin, канд. техн. наук, гл. технолог ОАО «Адмиралтейские верфи»,
контакт. тел. (812) 714 8974*

ется от нормированной на суммарное время промежутков между операциями ТП.

Фактическая продолжительность изготовления ТП может регулироваться только за счет времени промежутков между операциями ТП.



- – продолжительность операции ТП;
- – промежуток времени между операциями.

При отсутствии времени промежутков между операциями сумма продолжительностей технологических операций в доминирующей последовательности будет минимально возможной технологической продолжительностью изготовления корпуса судна, и, как следствие, косвенные затраты от несвоевременного выполнения работ не потребуются. Отобразить этот порядок можно сетевым графиком:



Здесь ТП 1 – изготовление полотнища; ТП 2 – изготовление сборного набора; ТП 3 – соединение ребер жесткости (РЖ) с полотнищем; ТП 4 – соединение балок сборного набора с полотнищем.

Нормативное время изготовления конструкции корпуса определяется суммой нормативных продолжительностей технологических процессов, которые относятся к критическому пути сетевого графика изготовления этой конструкции.

Продолжительности технологических операций однозначно определяются нормативами, которые отражают соответствующую технологию работ. Без изменения технологии продолжительности технологических операций не могут быть изменены, по этой при-

чине они не могут быть регуляторами продолжительности изготовления корпуса судна.

Время промежутков между технологическими операциями не определяется нормативами и на практике не учитывается, но если этим временем не управлять, тогда продолжительность изготовления корпуса судна будет неконтролируемо отличаться от минимально возможной продолжительности изготовления корпуса судна.

Суммарное время промежутков между технологическими операциями в критической последовательности однозначно определяет отклонение от минимально возможной продолжительности изготовления корпуса судна в сторону его увеличения.

Продолжительность технологической операции – категория технологическая.

Время промежутков между смежными операциями – категория организации выполнения работ.

Косвенные затраты напрямую связаны с суммой времени промежутков от несвоевременности выполнения работ. Величина времени промежутков между технологическими операциями однозначно определяет степень организации работ и может служить ее адекватной оценкой.

Действия администратора как организатора работ можно и нужно оценивать временем промежутков между окончанием выполнения операции и началом выполнения последующей операции. Чем меньше их суммарное значение, тем выше степень организации работ.

Авторами разработаны информационное обеспечение и программа формирования информационных объектов о предстоящих работах по изготовлению корпуса судна со значениями параметров каждой работы, необходимыми для управления работами при изготовлении корпуса судна.

Под формированием информационных объектов о работах понимается процедура определения номенклатуры информационных объектов

с определением значений следующих параметров:

- обозначение секции;
- обозначение узла;
- обозначение детали/позиции по спецификации;
- код технологического процесса;
- наименование технологического процесса;
- порядковый номер операции в технологическом процессе;
- наименование операции;
- количество деталей/узлов;
- норма времени на операцию;
- нормированное количество исполнителей;
- нормированная продолжительность;
- исполнитель;
- поздний срок выполнения операции.

Программа использует информацию следующих распределенных баз данных системы:

- «Типовая технология».
- «Сборка – Нормативы времени».
- «Сварка – Сварные швы».
- «Сварка – Нормативы времени».
- «Исполнители корпусных видов работ».
- «Шаблон базы данных корпуса судна»;
- «Корпус конкретного судна»;
- «Заказ».

Выходные данные программы выводятся в базу данных «Информационные объекты о работах заказа». Базы данных спроектированы в целях программного извлечения информации, необходимой для формирования информационных объектов о работах изготовлении корпуса судна. Распределение информации по базам данных проведено в соответствии с заведованием этой информацией соответствующими службами предприятия.

База данных «Типовая технология». В ней заключена информация о технологических операциях с типовыми элементами корпуса судна при его изготовлении. Информация, заключенная в базе данных, обеспечивает возможность программного формирования совокупности информационных объектов о работах, определения значений следующих параметров каждой работы перечня:

- код технологического процесса;
- наименование технологического процесса;
- порядковый номер операции в технологическом процессе;
- профессия исполнителя;
- наименование операции.

Эта же информация позволяет получить информацию о нормативе, в соответствии с которым должны быть определены значения следующих параметров работы:

- норма времени на операцию;
- нормированное количество исполнителей;
- нормированная продолжительность;
- профессия исполнителя;
- разряд работы.

Потребителями информации, заключенной в базе данных «Типовая технология», являются администраторы таких баз данных системы, как «Корпус конкретного судна», «Сборка – Нормативы времени», «Заказ» и «Информационные объекты о работах».

База данных «Сборка – Нормативы времени» содержит информацию, необходимую для определения значений следующих параметров сборочных работ:

- норма времени на операцию;
- нормированное количество исполнителей;
- нормированная продолжительность;
- профессия исполнителя;
- разряд работы.

Первоначальная загрузка базы выполнена в соответствии с данными следующих нормативных документов:

- 74-0303-199-85 – «Узловая и секционная сборка корпусных конструкций надводных судов».
- 74-0303-208-85 – «Стапельная сборка корпусов надводных судов».
- 742-3401-175-86- «Проверочно-разметочные работы при формировании объемных секций, блоков и корпусов судов».
- 742-3401-61-85 – «Правка корпусных конструкций».
- ЛГКИ-3401-176-89 – «Обработка кромок корпусных конструкций».

Последующие актуализации данных в базе осуществляются по усмотрению предприятия. Правила актуализации приведены в Руководстве администратора базы данных. Потребителями информации, заключенной в базе данных «Сборка – Нормативы времени» являются администраторы следующих баз данных «Заказ» и «Информационные объекты о работах».

База данных «Сварка – Сварные швы» содержит информацию о сварных швах, которые применяются при изготовлении корпусных конструкций судов. Информация о сварных швах в базе данных соответствует разделу «Типы и нумерация сварных соединений» нормативного документа «Таблица сварки корпуса» (ЕСКД 360069.03). В конструкторской документации информация о сварном соединении представляется соответствующим номером из «Таблицы сварки корпуса».

Номер сварного соединения в базе определяет не только информацию о сварном шве соединения, но и о нормативе времени на формирование одно-

го метра этого шва. Нормативы сварочных работ поддерживаются в базе данных «Сварка – Нормативы времени».

Информация базы данных «Сварка – Сварные швы» и базы данных «Сварка – Нормативы времени», с установленной между ними связью обеспечивает возможность программного формирования информационных объектов о сварочных работах при изготовлении корпуса судна.

Основу данных в этой базе представляет информация, заключенная в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 2.312–79. Виды сварок;
- ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая сварка;
- ГОСТ 8713–79. Автоматическая сварка под слоем флюса;
- ГОСТ 11534. Полуавтоматическая сварка в среде CO₂.

Первичная актуализация данных в базе осуществлена разработчиком, последующие актуализации должны осуществляться администратором базы. Правила актуализации приведены в Руководстве администратора базы данных.

База данных «Сварка – Нормативы времени» содержит информацию о нормативах времени сварочных работ при изготовлении корпусных конструкций судов. Основу данных в этой базе представляет информация, заключенная в следующих нормативных документах:

- ГКЛИ-0303-304–89. «Нормативы времени на сварку автоматическую и механизированную дуговую под флюсом конструкций из углеродистых и низколегированных сталей»;
- 74-0303-123–82. «Ручная дуговая сварка конструкций из углеродистых и низколегированных сталей электродами УОНИИ-13»;
- ГКЛИ-0303-290–89. «Сварка механизированная дуговая в углекислом газе конструкций из углеродистых и низколегированных сталей».

Первичная актуализация данных в базе осуществлена разработчиком. Последующие актуализации должны осуществляться администратором базы. Правила актуализации приведены в Руководстве администратора базы данных.

База данных «Шаблон базы данных корпуса судна» – это каноническое представление конструкторских данных корпуса судна в формате реляционной базы данных. В этой базе представлены описания классов для информационного представления следующих объектов корпуса судна: корпуса; секций; узлов секций; деталей узлов, секций и корпуса.

Идентификатор этой базы в системе имеет значение «Шаблон_Кор-

пуса». Для каждого конкретного заказа база данных «Шаблон_Корпуса» копируется, и копии присваивается уникальное имя, связанное с конкретным заказом. После такой операции эта база данных получает статус: База данных «Корпус конкретного судна».

База данных «Корпус конкретного судна» предназначена для представления конструкторских данных конкретного корпуса судна, для которого необходимо сформировать информационные объекты о работах по его изготовлению.

В соответствии со структурой данных в базе разработано программное обеспечение, которое позволяет в пакетном режиме сформировать информационные объекты о предстоящих работах по изготовлению корпуса судна в формате технологических операций. Запуск программы осуществляется в базе данных «Заказ...».

Актуализация базы данных «Корпус конкретного судна» осуществляется программно с использованием разработанного конвертора данных, которые являются выходными данными конкретного судна в системе «Трайбон». Для оперативной корректировки данных в базе, разработан соответствующий интерфейс для администратора этой базы данных.

База данных «Заказ...» – это база данных, в которой осуществляется программное формирование информационных объектов о работах по изготовлению корпуса судна. Для каждого нового заказа открывается новая база данных «Заказ...» и идентифицируется уникальным именем, связанным с этим заказом.

База данных «Заказ...» актуализируется путем импортирования таблиц, всех баз данных, описание которых приведено выше. После выполнения импорта таблиц, запускается программа формирования информационных объектов о работах, необходимых для управления технологическим процессом изготовления корпуса судна. Программа работает в пакетном режиме.

В задачу администратора базы входит запуск программы и экспорт выходных данных в базу «Информационные объекты о корпусных работах конкретного заказа».

Базы данных прототипа системы разработаны в СУБД «ACCESS».



Схема формирования информационных объектов, необходимых для управления работами при изготовлении корпуса судна



Система организации управления работами по изготовлению корпуса судна на основе информации в информационном обеспечении

Программы написаны на «VISUAL BASIC».

Реестр работ, «готовых» к выполнению:

1. При нулевых промежутках работ в реестре продолжительность изготовления корпуса будет равна нормативной, т. е. минимально возможной.

2. Время организационных промежутков, учтенное в реестре, определяет величину омертвленных оборотных средств.

Реестр рабочих, не занятых работой: время ожидания рабочими задания на работу, учтенное в реестре, определяет неиспользованные возможности трудовых ресурсов.

Диспетчер: оперативная актуализация информации в реестрах и оперативное использование этой информации в управлении работами позволит:

- минимизировать продолжительность изготовления корпуса судна.
- минимизировать организационные затраты при его изготовлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брехов А. М. Автоматизированная система управления производством судостроительных предприятий. – Л.: Судостроение, 1978.
2. Александров В. Л., Смирнов В. А., Соколов В. Ф. Сборщик металлических корпусов судов. – Л.: Судостроение, 1998. ■

Накопленный опыт применения сборочных устройств с электромагнитным креплением позволил установить, что наиболее приемлемыми в качестве такого крепления сборочных устройств являются тяговые электромагниты. Они сравнительно просты по конструкции, их катушка надежно защищена от механических повреждений и по сравнению с другими конструктивными типами тяговые электромагниты способны обеспечивать достаточно большую держащую силу, числовое значение которой характеризуется выражением

$$P_{эм} = 1,2 \frac{B_g^2 \cdot S_{эм}}{2\mu_0} \text{ Н}, \quad (1)$$

где B_g – индукция в рабочем (воздушном) зазоре, образованном неприлеганием опорной плоскости электромагнита к поверхности металлоконструкций, Вб/м²; $S_{эм}$ – площадь полюса электромагнита, создающего магнитный поток (площадь сердечника), м²; μ_0 – магнитная проницаемость в рабочем (воздушном) зазоре, Гн/м.

Величина индукции B_g , создаваемая тяговым электромагнитом, определяется уравнением магнитной цепи

$$NJ_A = \frac{B_g \cdot g}{\mu_0} + \sum H_i \ell_i, \quad (2)$$

где NJ_A – число ампервитков, характеризующих магнитодвижущую силу, необходимую для создания магнитного потока, соответствующего держащей силе $P_{эм}$; g – величина рабочего (воздушного) зазора, образованного неприлеганием опорной плоскости электромагнита к поверхности металлоконструкций, м; $\sum H_i \ell_i$ – величина магнитодвижущей силы, необходимая для проведения генерируемого магнитного потока через стальные части магнитной цепи, а/мМ.

Независимо от конкретного конструктивного варианта тягового электромагнита, величина $\sum H_i \ell_i$ может быть выражена процентной надбавкой по отношению к значению $\frac{B_g \cdot g}{\mu_0}$. Теорией и практикой разработки электромагнитов установлено, что при экономичном использовании их материала величина магнитодвижущей силы $\sum H_i \ell_i$ в зависимости от качества материала магнитопровода составляет примерно 10–20% магнитодвижущей силы $\frac{B_g \cdot g}{\mu_0}$. С учетом этого, а также с учетом 5–10% потерь магнитодвижущей силы в паразитных воздушных зазорах электромагнитов уравнение (2) может быть упрощено и представлено в виде

$$NJ_A = 1,35 \frac{B_g \cdot g}{\mu_0}. \quad (3)$$

При этом уравнение нагрева катушки электромагнитов будет иметь вид

$$\theta_f = \frac{q \cdot \rho_k}{2K_0 f_k b_k} \left(\frac{NJ_A}{h_k} \right). \quad (4)$$

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРАКТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ СБОРКИ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ ПРИ МОНТАЖЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

А. Я. Розин, д-р. техн. наук, ст. науч. сотрудник ОАО «ЦТСС»,
А. Ю. Бескровный, исп. директор ОАО «Корпорация оборонной технологии»,
контакт. тел. (812) 532 7742, +7 (921) 097 4181

Воспользовавшись зависимостями (1), (3) и (4), получим, что держащая сила тяговых электромагнитов в общем случае может характеризоваться формулой

$$P_{эм} = 0,56 \frac{\theta_f \cdot K_0 \cdot f_k \cdot b_k \cdot h_k^2 \cdot \mu_0 \cdot S_{эм}}{q_{эм} \cdot \rho_k \cdot g^2} \text{ Н}, \quad (5)$$

где θ_f – температура установившегося перегрева катушки электромагнита, °С; K_0 – коэффициент теплоотдачи катушки, Вт/м² °С; f_k – коэффициент заполнения катушкой отведенного для нее пространства в корпусе электромагнита; b_k – ширина пространства, занятого катушкой, м; h_k – высота пространства, отведенного для катушки, м; $q_{эм}$ – относительная продолжительность включения электромагнита при его использовании; ρ_k – удельное сопротивление проволоки катушки, Ом·м.

Опыт проектирования тяговых электромагнитов с плоским якорем показывает, что обычно у них высота окна катушки больше его ширины в 3–4 раза. Причем внешний диаметр корпуса круглого электромагнита или ширина корпуса прямоугольного электромагнита превышает в 1,8–2 раза аналогичные геометрические характеристики внутреннего полюса (сердечника), площадь которого равна площади наружного полюса. В круглых электромагнитах с медной обмоткой катушки масса стали превышает массу меди в 3,5–5 раз, а в прямоугольных – в 6,5–7 раз.

Согласно формуле (1) величина держащей силы тягового электромагнита независимо от формы его корпуса определяется магнитным потоком $\Phi_g = B_g S_{эм}$, проходящим через воздушный зазор g . Если выразить геометрические характеристики окна катушки и сердечника круглого и прямоугольного электромагнита так, как это представлено на рис. 1, тогда для круглого электромагнита значение магнитного потока составит величину $\pi r_1^2 B_g$, а для прямоугольного – $a_n \ell_n B_g$.

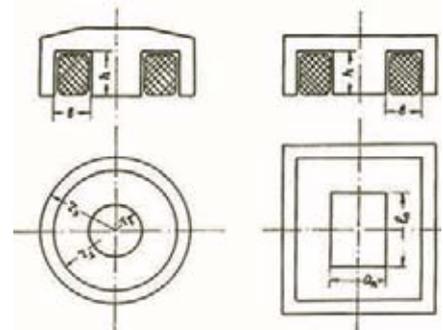


Рис. 1. Геометрические характеристики круглого и прямоугольного тяговых электромагнитов

В круглых тяговых электромагнитах закономерным считается соотношение $r_3 = 2r_1$ и $r_2 = 1,7r_1$, а в прямоугольных – $\ell_n = 0,35a_n$. С учетом этого очевидно, что при каждом из рассмотренных соотношений массы стали корпуса и массы катушки, а также геометрических размеров полюсов круглых и прямоугольных электромагнитов наибольшая держащая сила $P_{эм}$ будет достигаться, если индукция B_g в рабочем зазоре составит величину, равную индукции металла B_s рассматриваемых конструкций толщиной δ . В этом случае через указанную толщину металлических конструкций должен проходить магнитный поток, образованный круглым магнитом $2\pi r_1 \delta B_s$ или прямоугольным – $2(a_n + \ell_n) \delta B_s$. При равенстве B_g и B_s , т.е. равенстве магнитных потоков, выходящего из электромагнита и входящего в металлоконструкцию, наибольшая держащая сила круглого тягового электромагнита $P_{эм}^{кр}$ и прямоугольного тягового электромагнита $P_{эм}^{пр}$ может быть определена выражениями

$$P_{эм}^{кр} = \frac{0,2\theta_f \cdot K_0 \cdot \mu_0 \cdot r_1 \cdot Q_{эм} \cdot \delta}{q_{эм} \cdot \rho_{меди} \cdot \gamma_{меди} \cdot g^2} \text{ Н}, \quad (6)$$

$$P_{эм}^{пр} = \frac{0,1\theta_f \cdot K_0 \cdot \mu_0 \cdot a_n \cdot Q_{эм} \cdot \delta}{q_{эм} \cdot \rho_{меди} \cdot \gamma_{меди} \cdot g^2} \text{ Н}, \quad (7)$$

где $Q_{эм}$ – масса круглого или прямоугольного тяговых электромагнитов, кг; $\rho_{меди}$ – удельное сопротивление медной проволоки магнитной катушки,

Ом·м; $\gamma_{\text{меди}}$ – плотность меди используемой проволоки, кг/м³.

Выражения (6) и (7) показывают, что держащая сила тягового электромагнита любой формы определяется в первую очередь его массой. Наряду с этим согласно выражениям (6) и (7) уменьшение держащей силы зависит от квадрата величины воздушных зазоров, образующихся между поверхностью металлоконструкций и опорной поверхностью корпуса тяговых электромагнитов.

Проведенными исследованиями установлено, что образующиеся при использовании тяговых электромагнитов воздушные зазоры являются следствием:

- изменения состояния поверхности транспортируемых или соединяемых металлоконструкций, включая покрытия окалиной, ржавчиной, грунтами, красками и т. п.;

- наличия местных деформаций типа бухтиноватости или волнистости поверхности металлоконструкций, на которую устанавливаются электромагниты.

Результатами контроля плоскостности поверхности металлоконструкций с использованием индикаторов часового типа марки ИЧ-5, а также с применением бухтиномеров П-образной конструкции с выдвигаемым реперным устройством определено следующее:

- наличие окалины, ржавчины, грунтов, красок и т. п. приводит к образованию воздушных зазоров величиной от 0,5 до 1 мм;

- местные деформации в виде бухтин и волнистости поверхности создают воздушные зазоры от 2 мм и более.

Результатами экспериментальных исследований установлено, что в зависимости от образующихся воздушных зазоров держащая сила электромагнитов изменяется (табл. 1).

В связи с тем, что величина образующихся местных деформаций зависит

во многом от толщины металлоконструкций, замеры воздушных зазоров выполняли на металлоконструкциях различной толщины. При этом учитывали размеры опорной поверхности электромагнитного крепления.

С целью практического выявления полной картины образования воздушных зазоров из-за различного состояния поверхности металлоконструкций, наличия у них бухтиноватости, волнистости и т. п. замеры выполняли на металлоконструкциях толщиной 5, 8, 10, 15 и 20 мм. Результаты статистической обработки выполненных замеров показали, что их величины подчиняются закону нормального распределения. Согласно теории вероятностей при таком законе распределения 95,4% объема накопленных данных (т. е. практически почти все случаи применения электромагнитного крепления) будут характеризоваться величинами воздушных зазоров, не превышающими удвоенного значения среднего квадратического отклонения $\pm 2\sigma_g$. С учетом этого размер поля возможного изменения воздушных зазоров принят равным $4\sigma_g$. На этой основе построен график изменения статистически определенных величин воздушных зазоров (рис. 2). На этом графике изменение статистически определенных воздушных зазоров, выраженное отношением $\frac{4\sigma_g}{r_1}$, представлено в зависимости от радиуса r_1 , опорной поверхности круглых электромагнитов.

Принимая во внимание тождественность физики изменения держащей силы тяговых электромагнитов с круглым и прямоугольным корпусом, можно вполне корректно утверждать, что в случае использования тяговых электромагнитов с прямоугольным корпусом для последних в рассматриваемой ситуации будет характерен аналогичный график изменения воздушных зазоров.

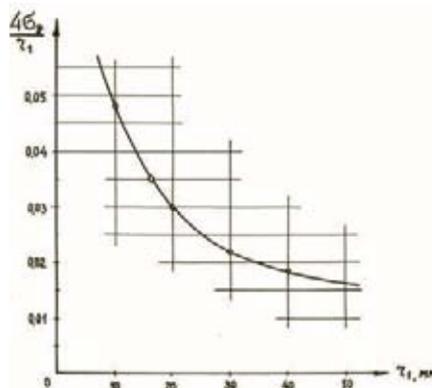


Рис. 2. Изменение статистически определенных размеров воздушных зазоров, отнесенных к геометрическим параметрам опорной поверхности корпуса электромагнитов

Очевидно, что в общих случаях на величину держащей силы электромагнитного крепления будут влиять воздушные зазоры, вызванные неприятием опорной плоскости тяговых электромагнитов к поверхности металлоконструкций из-за неровностей на этой поверхности, вызванных остатками ржавчины, окалины, краски, бухтиноватости, волнистости и т. п. При этом в большей степени держащая сила электромагнитов будет уменьшаться вследствие волнистости поверхности листовых металлоконструкций, вызванных наличием местных деформаций.

При выполнении монтажных соединений металлоконструкций сборочные устройства устанавливаются как можно ближе к кромкам листов, образующих монтажные стыки. Под влиянием возникающих сварочных деформаций свободные кромки листов металлоконструкций приобретают волнистость. Такая волнистость ликвидируется в процессе сведения монтажных кромок путем приложения к этим кромкам сборочных усилий, создаваемых применяемыми сборочными устройствами.

В связи с необходимостью создания сборочных усилий, величина которых характеризуется несколькими тоннами, приходится использовать переносные сборочные устройства с электромагнитным креплением, имеющим опорную поверхность значительных размеров. В результате этого возникают дополнительные воздушные зазоры, вызванные несовпадением формы и размеров волнистости монтажных кромок соединяемых металлоконструкций с формой и размерами опорной плоскости тяговых круглых или прямоугольных электромагнитов.

Чтобы избежать указанного недостатка, разработано средство сборки монтажных соединений металлоконструкций (рис. 3), имеющее электромагнитное крепление в виде подвижной

Таблица 1
Величина изменения держащей силы электромагнитов

Состояние поверхности металлоконструкции, на которой должно быть установлено сборочное устройство с электромагнитным креплением	Величина удельной держащей силы электромагнита (1 Н силы на 1 кг массы электромагнита)				Испытание на сдвиг при отсутствии воздушного зазора
	Испытание на отрыв при различной величине воздушного зазора, мм				
	0	0,5	1	2	
Равномерное покрытие окалиной	1340	580	430	220	390
Окалина с отслоениями и ржавчина	920	560	390	200	310
Зачищенная до металлического блеска	1700	570	400	200	470
Зачищенная до металлического блеска и мокрая от воды	1680	–	–	–	650
Покрытая краской	1080	580	370	180	580
Окрашенная грунтом	1040	540	390	200	480

системы составляющих его поворотных элементов. Это позволяет:

- сохранять необходимые геометрические размеры и массу электромагнитного крепления, определяющие генерацию требуемой величины держащей силы применяемого электромагнитного крепления;

- уменьшать величину возникающих воздушных зазоров путем воспроизведения составляющими элементами электромагнитного крепления формы деформации поверхности кромок металлоконструкций.

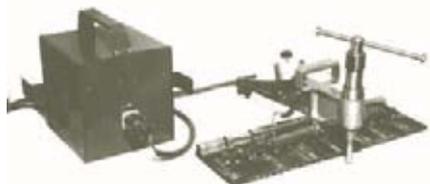


Рис. 3. Общий вид средства сборки с гибким электромагнитным креплением

На рис. 4 показано электромагнитное крепление средства сборки, изображенного на рис. 3.



Рис. 4. Гибкое электромагнитное крепление, состоящее из тяговых прямоугольных электромагнитов

Гибкое электромагнитное крепление представляет восемь плоских прямоугольных электромагнитов, соединенных между собой по типу трактов танковой гусеницы. Это позволяет в возможно близкой форме копировать деформацию поверхности металлоконструкций в районе выполняемого монтажного соединения и тем самым добиваться сохранения постоянства и минимизации размеров воздушных зазоров между поверхностью металлоконструкций и опорной плоскостью электромагнитного крепления.

В условиях монтажной сборки металлоконструкций их соединения, при выполнении которых можно эффективно использовать сборочные устройства с электромагнитным креплением, могут

располагаться в различных пространственных положениях. В результате этого использование таких средств сборки окажется связанным с их удержанием на различном уровне по отношению к росту работающего (статистическое нагружение мышц), а также с их поднятием и приводом в действие (динамическое нагружение мышц).

Исследованиями физиологов труда установлено, что при статической нагрузке мышцы работающих рук утомляются быстрее, чем при динамической нагрузке. Поэтому предельно допустимая величина статических нагружений мышц составляет в среднем 25% динамических нагружений. В результате определены предельно допустимые величины динамических и статических нагружений, которым способна противостоять по отдельности каждая из рук работающего (табл. 2).

Также в ходе проведенных физиологических исследований определено, что при подъеме и удержании груза суммарные удерживающие возможности обеих работающих рук составляют в среднем 140–145% усилий

С учетом указанного и на основе данных графика рис. 2 по выражению (6) выполнен расчет изменения держащей силы электромагнитного крепления сборочного устройства, представленного на рис. 3, при его максимально возможной массе, составляющей не более 15 кг. Результаты расчета приведены в виде графика на рис. 5.

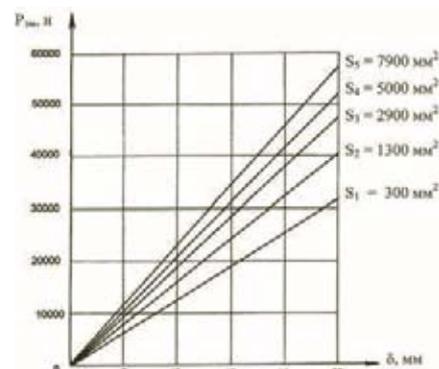


Рис. 5. Изменение держащей силы средств неразварного крепления сборочных устройств, характеризующихся изменением суммарной опорной поверхности $S_{ср}$, мм², составляющих прямоугольных электромагнитов

Таблица 2

Значения предельно допустимой нагрузки

Положение работающей руки	Предельно допустимая нагрузка, Н	
	динамическая	статическая
Опущена вниз	450	110
Согнута под прямым углом:	на уровне пояса	35
	на уровне плеч	50
Поднята над головой	120	30

удержания, развиваемых при работе каждой рукой по отдельности. Основываясь на этом, можно считать, что при разных пространственных положениях удерживаемого руками груза, предельно допустимыми нагрузками являются:

- над головой – 40 Н;
- на уровне плеч – 70 Н;
- на уровне пояса – 50 Н;
- при опущенных руках – 150 Н.

В результате становится очевидным, что сборочные устройства с электромагнитным креплением должны иметь массу в пределах 4–7 кг и в исключительных случаях не превышать 15 кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логунов В. В., Розинов А. Я. Оценка применимости средств неразварного крепления сборочных устройств для изготовления металлических конструкций // Судостроение. – 2011. – № 1. – С. 49–51.
2. Розинов А. Я., Логунов В. В. Применение электромагнитного крепления средств сборки судовых корпусных конструкций // Технология машиностроения. – 2012. – № 12. – С. 29–32. ■

Развитие техники в мире требует повышения эффективности используемого оборудования, в том числе источников электроэнергии. Под понятием «эффективность электрооборудования» понимают прежде всего экономичность работы, минимальные массогабаритные характеристики и качество работы по прямому назначению. Таким образом, стимулируется появление новых и совершенствование существующих источников электроэнергии.

Данные тенденции прослеживаются и в кораблестроении. Все более высокие требования, предъявляемые к тактико-техническим характеристикам неатомных подводных лодок (НАПЛ), обуславливают рост требований к аккумуляторным батареям как основным источникам электроэнергии НАПЛ в подводном положении, энергия которых определяет дальность подводного плавания и длительность полного подводного хода НАПЛ.

В настоящее время наиболее перспективными источниками электроэнергии являются литий-ионные аккумуляторы. Они обладают высокими показателями удельной объемной (до 350 Вт·ч/л) и массовой энергии (до 150 Вт·ч/кг), которые продолжают совершенствоваться [1]. Поэтому ведущими компаниями активно ведутся работы по внедрению литий-ионных аккумуляторных батарей в качестве основных источников электроэнергии НАПЛ.

Консорциум «Thyssen Krupp Marine System» (Германия) совместно с компанией «GAIA Akkumulatorenwerke» (Германия–США) разработал литий-ионную аккумуляторную батарею и выполнил проработку ее интеграции в электроэнергетическую систему НАПЛ типов 214, 210mod, 216 и 218SG. В сравнении со свинцовыми батареями дальность плавания НАПЛ с литий-ионной аккумуляторной батареей увеличивается в 2–3 раза в режиме полного подводного хода и в 1,3–1,5 раза в режиме экономического хода [2].

Компания «DCNS» (Франция) совместно с компанией «SAFT» выполнила исследования по интеграции литий-ионной аккумуляторной батареи (АБ) в дизель-электрические подводные лодки класса Scorpene. При этом дальность плавания НАПЛ этого класса с применением литий-ионной АБ может быть увеличена в 3 раза в режиме полного подводного хода и в 1,75 раза в режиме экономического хода [3].

Обеспечение высоких требований к тактико-техническим характеристикам НАПЛ приводит к увеличению разрядной мощности АБ. Это объясняется в первую очередь увеличением мощности, потребляемой гребным электродвигателем в режиме полного подводного хода, а также применением все более сложных информационно-управляющих систем и радиоэлектронного вооружения [4].

В этих условиях наиболее остро встает вопрос об организации охлаждения литий-ионных АБ (далее – ЛИ АБ). При высокой разрядной мощности использование воздушного охлаждения ЛИ АБ оказывается недостаточным. Тепловая мощность, генерируемая в этих АБ в режиме полного подводного хода НАПЛ, обуславливают повышенные тепловыделения в воздух аккумуляторной ямы (АЯ), а также возможность превышения допустимых пределов температуры батареи, что может привести к выходу ЛИ АБ из строя. Как следствие, значительно увеличивается нагрузка на систему вентиляции и кондиционирования воздуха (СВКВ) АЯ. В такой ситуации оказывается невозможным поддерживать температуру в АЯ в допустимых пределах без установки дополнительного оборудования СВКВ АЯ. Поэтому для ЛИ АБ перспективных НАПЛ целесообразно внедрение жидкостного охлаждения, обеспечивающего более эффективный теплосъем.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ НЕАТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

*Д. В. Батрак, начальник отдела,
А. В. Чигарев, начальник сектора,
Р. В. Соколов, гл. специалист,
ОАО «ЦКБ МТ «Рубин»,
контакт. тел. (812) 494 1377, 494 1437*

Кроме того, жидкостное охлаждение оборудования НАПЛ по критериям потребления электроэнергии и виброшумовым характеристикам эффективнее воздушного. В частности, потребление электроэнергии оборудованием системы жидкостного охлаждения примерно в 5 раз меньше, чем оборудованием системы воздушного охлаждения.

Далее приведен оценочный расчет мощности тепловыделений ЛИ АБ в АЯ НАПЛ при применении жидкостного охлаждения. Схема расположения ЛИ АБ в АЯ представлена на рис. 1.

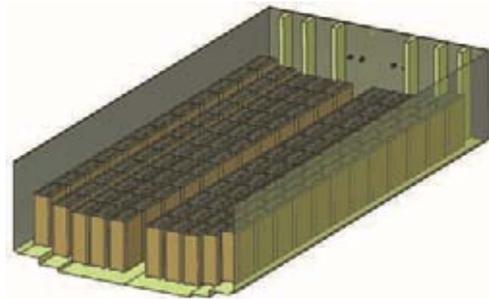


Рис. 1. Схема расположения аккумуляторной батареи в аккумуляторной яме

Уравнение теплового баланса имеет вид [5, 6]

$$(cm)_6 \frac{dT_{\Pi}(t)}{dt} = P_{\Gamma} - \sum_i \alpha_i S_i (T_{\Pi}(t) - T_0) - \sigma \sum_j \varepsilon_j S_j (T_{\Pi}^4(t) - T_0^4) - \sum_k \alpha_k S_k (T_{\Pi}(t) - T_{ок}).$$

Здесь $T_{\Pi}(t)$ – температура поверхности ЛИ АБ. Принимается, что градиент температурного поля внутри ЛИ АБ равен нулю, и, таким образом, температура внутри ЛИ АБ равна температуре на поверхности; P_{Γ} – тепловая мощность, генерируемая в ЛИ АБ в процессе заряда или разряда; $(cm)_6$ – теплоемкость ЛИ АБ; α_i – коэффициент теплоотдачи в воздух единицей поверхности площадью S_i ; α_k – коэффициент теплоотдачи в охлаждающую жидкость единицей поверхности площадью S_k ; σ – постоянная Стефана–Больцмана; ε_j – коэффициент черноты единицы теплоизлучающей поверхности площадью S_j ; T_0 – температура воздуха в АЯ; $T_{ок}$ – температура охлаждающей жидкости на входе в охладитель.

Рассматривается наиболее напряженный режим эксплуатации ЭЭС НАПЛ, соответствующий режиму полного подводного хода. Для такого режима мощность генерации тепла в ЛИ АБ принимается равной 250 кВт.

Коэффициенты, входящие в уравнение, рассчитываются из конфигурации ЛИ АБ:

$$\begin{aligned} (cm)_6 &= 61,8 \text{ МДж/К}; \\ \sum_i \alpha_i S_i &= 1977 \text{ Вт/К}; \\ \sigma \sum_j \varepsilon_j S_j &= 0,0000202 \text{ Вт/К}^4; \\ \sum_k \alpha_k S_k &= 29 \text{ 292 Вт/К}; \end{aligned}$$

Принимаются следующие значения параметров, входящих в уравнение: температура охлаждающей жидкости $T_{\text{ож}} = 22^\circ\text{C}$; температура воздуха, поддерживаемая в АЯ, средствами СВКВ АЯ $T_0 = 27^\circ\text{C}$; длительность рассматриваемого режима – 2 часа.

Начальные условия для решения уравнения задаются равенством температуры поверхности ЛИ АБ и воздуха в начальный момент времени $T_{\text{н}}(0) = T_0$.

Решив уравнение для данных условий, получим следующее распределение генерируемого тепла в охлаждающую жидкость и воздух. На рис. 2 и 3 представлены графики зависимости мощности генерации тепла, теплоотдачи в воздух и охлаждающую жидкость для рассматриваемого процесса от времени.

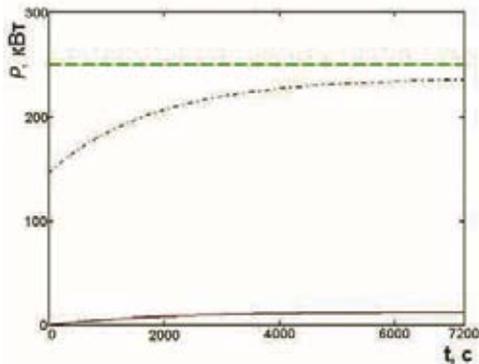


Рис. 2. Кривые мощности генерации тепла (— —), теплоотдачи в воздух (—) и охлаждающую жидкость (- · - · -)

Из графиков видно, что внедрение жидкостного охлаждения оказывается эффективным, так как в установившемся режиме охлаждающей жидкостью снимается более 90% мощности генерируемого тепла. Такая же картина наблюдается и при разряде ЛИ АБ малыми токами, когда генерируемая мощность тепловыделений незначительна. Внедрение жидкостного охлаждения позволит решить проблему возможного превышения допустимых

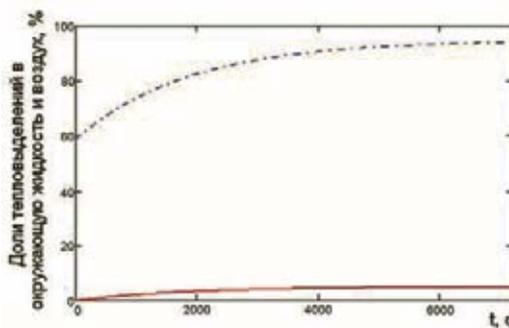


Рис. 3. Доли общей генерации тепла, снимаемые воздухом (—) и охлаждающей жидкостью (- · - · -)

пределов температуры ЛИ АБ в режиме полного подводного хода и снизить потребление электроэнергии на охлаждение примерно в 3 раза. Также исчезает необходимость установки дополнительного оборудования СВКВ АЯ с целью поддержания заданной температуры воздуха в АЯ. В режиме экономичного хода, когда тепловая мощность, генерируемая в ЛИ АБ, относительно невелика, применение жидкостного охлаждения может исключить необходимость работы СВКВ АЯ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химические источники тока / Под ред. Н. В. Коровина, А. М. Скундина. – М.: Изд. МЭИ, 2003.
2. Development and integration of lithium-ion batteries for submarines. – Henry Bless, UDT 2013.
3. Jouffroy D., Bruneau D. Saft lithium-ion naval energy storage systems and application onboard Scorpene conventional submarine. – UDT PACIFIC, 2008, p 10.
4. Дядик А. Н., Никифоров Б. В. Корабельные энергетические системы. – СПб., 2010.
5. Никифоров Б. В., Соколов Р. В. Оценка мощности тепловыделений литий-ионной аккумуляторной батареи в аккумуляторной яме ДЭПЛ // Судостроение. – 2013. – № 6. С. 48–52.
6. Михеев М. А. Основы теплопередачи. – М.: Гос. энерг. изд-во, 1956. ■

Противодействие угрозам террористических актов с применением взрывчатых веществ (ВВ) является в настоящее время приоритетной задачей для мирового сообщества. Осуществление этого противодействия невозможно без оснащения соответствующих спецслужб техническими средствами для эффективного дистанционного обнаружения скрытых в различных объектах ВВ.

В силу нестабильной геополитической ситуации в мире, активизации бандформирований, осуществляющих диверсионно-террористические акты с применением ВВ, одной из актуальных остается задача обеспечения безопасности стратегических объектов, в том числе пресечения проноса ВВ и оружия на их территорию, для решения которой в настоящее время предложен ряд методов, в разной степени применяемых на практике.

Рентгеновские методы. Установки, использующие для зондирования различных объектов рентгеновское излучение, в настоящее время рассматриваются в качестве самых быстрых и дешевых средств обнаружения потенциально опасных предметов и ВВ. Однако обычные досмотровые рентгеновские установки не могут выделить ВВ от безопасных веществ с близкой плотностью и эффективным атом-

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВОК ОБНАРУЖЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НЕЙТРОННОГО РАДИАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Г.А. Подберезный, инженер,
Н.Ю. Илькухин, инженер,
Ю.К. Колобов, руководитель группы,
ОАО «Научно-технический центр «РАТЭК»,
контакт. тел. +7 (921) 588 6734

ным номером. Эти установки в лучшем случае дают только подсказки с помощью оконтуривания подозрительных областей в багаже, оставляя окончательное решение за оператором. Последнее обстоятельство приводит к существенной зависимости качества досмотра от опыта и квалификации оператора. Кроме того, эти установки не могут на практике обнаруживать ВВ в форме тонких листов, в жидком виде или ВВ, хорошо замаскированные под обычные предметы

(самодельные взрывные устройства). Кроме того, использование таких установок на практике даже с томографическим принципом получения изображения, показало, что число ложных тревог остается весьма значительным (20–30%) и требует установки дополнительных средств для проверки подозрительных на наличие ВВ в багаже. Использование обычных рентгеновских установок для обнаружения ВВ в автоматическом режиме приводит к появлению ложных тревог с вероятностью, превышающей 40%. Указанные недостатки рентгеновских установок привели к необходимости создания комбинированных систем для автоматического обнаружения ВВ на основе разных физических методов.

Метод нейтронного радиационного анализа. Одним из перспективных для использования в комбинированных системах обнаружения ВВ является метод нейтронного радиационного анализа (НРА). Этот метод основан на том, что при облучении ВВ тепловыми нейтронами с энергией около 0,025 эВ происходит радиационный захват тепловых нейтронов ядрами атомов азота-14, в результате чего образуются ядра атомов азота-15 в возбужденном состоянии (их число зависит от массы взрывчатого вещества, плотности потока тепловых нейтронов и сечения реакции захвата). При переходе в основное состояние в среднем около 14% ядер атомов азота-15 испускают гамма-кванты с энергией 10,83 МэВ, которые могут быть зарегистрированы при помощи детекторов. В силу того, что большинство известных ВВ имеют высокую концентрацию азота, регистрация указанных гамма-квантов, может быть использована в качестве признака обнаружения ВВ.

Основными достоинствами устройств на основе НРА являются способность обнаружения замаскированных ВВ и возможность работы в полностью автоматическом режиме. Однако первые образцы устройств обнаружения ВВ на основе метода НРА показали довольно высокий уровень ложных тревог и низкую производительность досмотра. Причиной высокого уровня ложных тревог оказалось наличие большого количества азотосодержащих материалов в составе багажа, не являющихся ВВ, в том числе в шерстяных, кожаных изделиях и в продуктах питания.

Однако в результате проведенных исследований, проведенных в ОАО «НТЦ «РАТЭК», были найдены решения минимизации ложных тревог путем внедрения специальных конструкций и алгоритмов обработки данных, показавшие свою эффективность при проведении испытаний изготовленного макета установки.

Конструктивные решения сводятся к разработке специального формирователя поля нейтронов, обеспечивающего преимущественное облучения нейтронами подозрительной области багажа, создание многодетекторной системы для регистрации гамма-квантов, обеспечивающей возможность выбора гамма-квантов от ядер азота, находящихся в подозрительной на наличие ВВ области багажа.

Алгоритмы обработки данных должны обеспечивать получение оптимального пространственного разрешения в установке НРА. Для создания таких установок необходимо разработать новые алгоритмы обработки данных.

В связи с распространённостью азотосодержащих предметов в ручной клади и багаже пассажиров различных видов транспорта необходим алгоритм обработки данных, который позволил бы минимизировать ложные срабатывания от азота.

Для этого в алгоритм обработки данных необходимо ввести предположения о виде ложных тревог. Они могут быть связаны с азотосодержащими объектами, не относящимися к ВВ, но наличие которых также приводит к повышению счёта детекторов и к ошибочному принятию решения о наличии ВВ при его отсутствии.

Параметры ложных тревог могут быть заданы величиной массы азота, ее расположением в камере и распределением. Распределенная ложная тревога может содержать гораздо

больше азота, чем компактная. Поэтому их анализ должен проводиться отдельно.

В связи с вышеизложенным анализ необходимо разделить на две фазы.

Принятие решения в первой фазе о наличии или отсутствии ВВ должно осуществляться на основе проверки двух гипотез:

H_1 – счёта детекторов соответствуют детектированию ВВ массой M_E в зоне возможного расположения ВВ и фона,

H_0 – счёта детекторов соответствует детектированию фона.

Логарифм отношения правдоподобия, соответствующий проверке этих гипотез, будет иметь вид

$$L_S = \sum_{i=1}^n \left[x_i \ln \left(1 + \frac{x_{Mi}}{x_{Bi}} \right) - x_{Mi} \right], \quad (1)$$

В случае принятия гипотезы H_1 осуществляется проверка дополнительных гипотез (альтернатив) с целью анализа принятого решения. Этот анализ необходим для исключения ложных тревог, связанных с наличием в проверяемом объекте азотосодержащих предметов, расположенных вне зоны целеуказания, но наличие которых может привести к ошибочному принятию решения о справедливости гипотезы H_1 .

В процессе указанного анализа во второй фазе происходит проверка следующих гипотез:

H_1 – счёта детекторов соответствует детектированию фона и ВВ, расположенного в возможного расположения ВВ;

H_3 – счёта детекторов соответствует детектированию фона и азотосодержащих предметов, распределённых вне области возможного расположения ВВ.

Логарифм отношения правдоподобия, соответствующий проверке этих гипотез будет иметь вид

$$L_2 = L_1 - L_D; \quad (2)$$

$$L_D = \sum_{i=1}^n \left[x_i \ln \left(1 + \frac{x_{DFi}}{x_{Bi}} \right) - x_{DFi} \right], \quad (3)$$

где x_{DFi} – показание i -го детектора при регистрации распределённой массы азота с центром в точке F.

Принятие решение осуществляется путем сравнения полученного значения отношения правдоподобия с порогами $\ln\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)$ и $\ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)$, где α – ошибка первого рода, β – ошибка второго рода.

Ясно, что ложная тревога, т.е. азот вне области целеуказания, может быть расположен в любой из областей, не совпадающих с областью целеуказания. Поэтому проверку следует вести последовательно относительно возможного расположения азота в каждой из этих областей. При этом для сохранения необходимого уровня ошибочных решений мы должны учитывать этот перебор областей при принятии решений.

При переборе f областей вероятность ложных тревог α_f в ходе определения порога может быть рассчитана с помощью соотношений

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha_f)^f; \quad (4)$$

$$\alpha_f = 1 - (1 - \alpha)^{\frac{1}{f}}. \quad (5)$$

Использование данного алгоритма позволяет надёжно решать задачу обнаружения ВВ и металлического оружия. Внедрение этого технического решения позволит повысить уровень безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульбак С. Теория информации и статистика. – М.: Наука, 1967.
2. В.И. Гума, А.М. Демидов, В.А. Иванов, В.В. Миллер. Нейтронно-радиационный анализ. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Bruschini Claudio. Commercial Systems for the Direct Detection of Explosives (for Explosive Ordnance Disposal Tasks). – École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), ExploStudy, Final Report, 17 февраля 2001.
4. К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. Теория взрывчатых веществ. – М., 1960. ■

На основании «Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 г. и на дальнейшую перспективу» одним из приоритетных направлений развития конкурентоспособной высокоэкономичной морской техники является, в частности, создание новых типов полупроводниковых преобразователей электрической энергии и разработка мобильных установок для контрольного прогрева, подсушки, сушки, восстановления сопротивления изоляции и диагностики изоляционных систем электрооборудования судов, обладающих повышенной надежностью, безопасностью и живучестью. Важнейшим инструментом стратегии стала федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы».

В настоящее время доля дизельных электроэнергетических установок в общем объеме строящихся морских и речных судов превышает 98%. На современных автоматизированных судах морского и речного флотов дизель-генераторные агрегаты являются наиболее распространенными источниками электроэнергии, от которых получают электроснабжение судовые асинхронные двигатели с короткозамкнутым или фазным ротором. Поэтому необходимость создания и развития средств для контрольного прогрева, подсушки, сушки, восстановления и диагностики изоляционных систем электрооборудования судов различного назначения становится одной из актуальных задач увлажнения изоляции.

В соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» от 23 ноября 2009 г., а также с постановлением правительства Санкт-Петербурга № 1257 от 11.11.2009 г. «О повышении энергетической эффективности и энергосбережении» разработка эффективных методов, средств контрольного прогрева, подсушки, сушки, восстановления изоляционных систем, диагностики и интенсификации комплексных испытаний электрооборудования судов по энергосберегающей технологии в судостроении и судоремонте остается актуальной проблемой для морского и речного флота, требующей специальных исследований.

Разработаны портативные универсальные тиристорные преобразователи с перестраиваемыми структурами силовых вентиляльных модулей для обеспечения ресурсосбережения, снижения затрат энергии, повышения эффективности, интенсификации и оптимизации технологических режимов процесса контрольного прогрева, подсушки, сушки, восстановления сопротивления изоляции увлажненных обмоток судового электрооборудования после зимнего отстоя речных судов, при судоремонте, а также в эксплуатационных условиях на водном транспорте

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СУДОВЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ СУШКЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

В. М. Приходько, канд. техн. наук, проф.,

И. В. Приходько, аспирант, ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, контакт. тел. (812) 748 9661

[1–3]. Для судостроения и судоремонта рекомендован инновационный способ безразборной сушки увлажненных обмоток судовых асинхронных двигателей (АД) электрическим током, управляемым энергосберегающими универсальными портативными тиристорными преобразователями с перестраиваемыми структурами силовых вентиляльных модулей [4, 5].

На основании проведенных исследований предложен новый способ пропитки обмоток судовых АД при одновременном нагреве пропитанных обмоток электрическим током, управляемым универсальными тиристорными преобразователями, и разработана инновационная технология пропитки – сушки статорных обмоток ремонтируемых АД в электроцехах судостроительно-судоремонтных предприятий [6].

В электроцехах судостроительно-судоремонтных предприятий и на судах речного, морского, рыболовского флотов в судовых эксплуатационных условиях качество перемотки статорных обмоток в технологическом процессе ремонта асинхронных двигателей можно оценить при нагреве неподвижных электродвигателей, когда в обмотки статоров подается постоянный ток, управляемый с помощью портативных универсальных тиристорных преобразователей [7–9].

В этом случае можно просто, доступно, экономно, без дополнительных тру-

дозатрат выполнить технологический процесс нагрева статорных обмоток АД и легко измерить температуру их в зависимости от времени.

Идентичность этого процесса нагрева по всем трем обмоткам статора, а также характер этого процесса позволит оценить качество пропитки статорных обмоток и межсекционных соединений, равенство витков обмоток каждой из фаз. Переходный тепловой режим АД можно описать системой дифференциальных уравнений, которые учитывают тепловые связи между частями АД, теплоемкости этих тел и потери в них, в том числе в режимах прогрева, подсушки и сушки [10].

Для судовых АД эта система дифференциальных уравнений соответствует тепловой схеме замещения (рис. 1) и имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\theta_1}{dt} C_1 + (\theta_1 - \theta_2) a_{12} + (\theta_1 - \theta_3) a_{13} + (\theta_1 - \theta_6) a_{16} &= P_1; \\ \frac{d\theta_2}{dt} C_2 + (\theta_2 - \theta_1) a_{12} + (\theta_2 - \theta_3) a_{23} &= P_2; \\ \frac{d\theta_3}{dt} C_3 + (\theta_3 - \theta_1) a_{13} + (\theta_3 - \theta_4) a_{34} &= P_3; \\ \frac{d\theta_4}{dt} C_4 + (\theta_4 - \theta_3) a_{34} + (\theta_4 - \theta_5) a_{45} &= P_4; \\ \frac{d\theta_5}{dt} C_5 + (\theta_5 - \theta_4) a_{45} + (\theta_5 - \theta_6) a_{56} &= 0; \\ \frac{d\theta_6}{dt} C_6 + (\theta_6 - \theta_3) a_{56} + \theta_6 a_{60} &= 0. \end{aligned} \right\} (1)$$

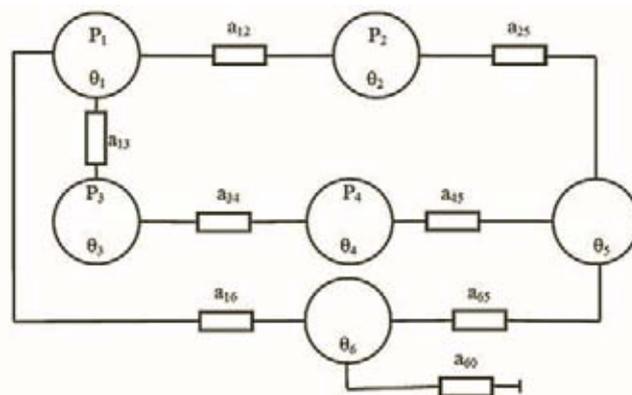


Рис. 1. Тепловая схема замещения судового асинхронного двигателя: 1 – магнитопровод статора; 2 – магнитопровод и обмотка статора; 3 – пазная часть обмотки статора; 4 – лобовая часть обмотки статора; 5 – внутренняя полость воздуха АД; 6 – корпус судового АД

где a_{12} – теплопроводность между магнитопроводом статора и обмоткой статора, Вт/град; θ_1 – превышение температуры магнитопровода статора, °К; P_1 – мощность потерь в магнитопроводе статора, Вт; a_{60} – теплопроводность между корпусом судового АД и воздухом, Вт/град; θ_6 – превышение температуры корпуса судового АД, °К.

В системе дифференциальных уравнений и на тепловой схеме замещения судового асинхронного двигателя C_n – теплоемкости тел, Вт·с/град; a_{nk} – теплопроводности между телами, Вт/град; θ_n – превышение температуры тел, °К; P_n – мощность потерь в телах, Вт;

Система дифференциальных уравнений с расчетом теплопроводностей, теплоемкостей и потерь в частях АД решается на ПЭВМ численным методом Эйлера.

Конечно-разностная система уравнений при расчете теплового процесса имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \theta_{1n} &= \theta_{1,n-1} + \frac{1}{C_1} (P_1 - \theta_{1n} A_{11} - \\ &\quad - \theta_{2n} A_{12} - \theta_3 A_{13} - \theta_6 A_{16}) \cdot h; \\ \theta_{kn} &= \theta_{k,n-1} + \frac{h}{C_k} (P_k - \sum_i \theta_{i,n-1} A_{ki}), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где h – шаг вычислений, с; A_{ki} – элементы матрицы коэффициентов при θ .

Величина шага по времени зависит от постоянных времени процесса, и его значение должно быть меньше самой малой постоянной времени системы. Оптимальное значение шага определяется опытным путем с учетом целесообразного упрощения системы уравнений (1), а также корректировкой по экспериментальным данным.

Следует отметить, что при нагреве постоянным по величине током необходимо учитывать изменение сопротивлений статорных обмоток. Это уточнение выполняется с помощью уравнений для обмоток статора:

$$\left. \begin{aligned} P_{3(k)} &= P_{3(0)} \left(1 + \frac{\theta_{3k}}{235 + t_{\text{окр}}} \right); \\ P_{4(k)} &= P_{4(0)} \left(1 + \frac{\theta_{4k}}{235 + t_{\text{окр}}} \right), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $t_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды; θ_k – превышение температуры на k -м шаге.

На рис. 2 и 3 приведены экспериментальные и рассчитанные по (1) данные для АД типа 4 АХ90L4У3 номинальной мощностью 2,2 кВт. Экспериментальные и расчетные данные с достаточной точностью совпадают. Однако необходима дальнейшая корректировка методики расчета с учетом экспериментальных данных, так как тепловые связи между статорной обмоткой и пакетом частей статора зависят от качества пропитки обмоток, которая может быть разной. Поэтому необходимо проводить

дальнейшие исследования, чтобы уточнить достоверность характера процесса нагрева исправной обмотки.

При рассмотрении только качественной стороны теплового процесса в АД целесообразно упростить систему уравнений (1) таким образом, чтобы получить ее аналитическое решение.

Такое относительно простое решение получается, если рассматривать систему двух тел – обмотки статора и корпуса с магнитопроводом статора с учетом теплоотдачи от корпуса и лобовых частей обмотки статора в окружающую среду.

Система дифференциальных уравнений для этого случая имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\theta_1}{dt} C_1 + (\theta_1 - \theta_2) a_{12} + \theta_1 a_{10} &= P_1; \\ \frac{d\theta_2}{dt} C_2 + (\theta_2 - \theta_1) a_{12} + \theta_2 a_{20} &= P_2, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где 1 – обмотка статора; 2 – магнитопровод и корпус статора; a_{10} , a_{20} – теплоотдача в окружающую среду от лобовых частей обмотки статора и корпуса, Вт/град.

Решение системы (4) следующее:

$$\begin{aligned} \theta_{1\text{уст}} &= \frac{P_1(a_{20} + a_{12})}{a_{10}a_{20} + a_{10}a_{12} + a_{20}a_{12}}, \text{ К}; \\ \theta_{2\text{уст}} &= \frac{P_1}{a_{20}} - \theta_{1\text{уст}} \frac{a_{10}}{a_{20}}, \text{ К}; \\ T_1 &\approx \frac{C_1}{a_{10} + a_{12}}, \text{ с}; \\ T_2 &\approx \frac{C_1(a_{10} + a_{12})}{a_{10}a_{20} + a_{10}a_{12} + a_{20}a_{12}}, \text{ с}; \\ \theta_{11} &= \frac{P_1 T_1 T_2 - \theta_{2\text{уст}} T_2}{T_1 - T_2}, \text{ К}; \\ \theta_{21} &= \frac{P_2 T_1 T_2 - \theta_{2\text{уст}} T_2}{T_1 - T_2}, \text{ К}; \\ \theta_{12} &= \theta_{1\text{уст}} - \theta_{11}, \text{ К}; \quad \theta_{22} = \theta_{2\text{уст}} - \theta_{21}, \text{ К}; \\ \theta_1 &= \theta_{11} (1 - e^{-t/T_2}) + \theta_{12} (1 - e^{-t/T_1}), \text{ К}; \\ \theta_2 &= \theta_{21} (1 - e^{-t/T_2}) + \theta_{22} (1 - e^{-t/T_1}), \text{ К}, \end{aligned}$$

где T_1 , T_2 – постоянные времени процесса, с; $\theta_{1\text{уст}}$, $\theta_{2\text{уст}}$ – установившиеся превышения температуры, К.

На рис. 2 и 3 приведены кривые нагрева обмоток статора судового асинхронного двигателя постоянным током, регулируемым тиристорным преобразователем в сравнении с опытными и расчетными данными по (1) и (5), где видно, что точность расчетов по (5) для больших токов ниже. Однако выражение (5) после соответствующей корректировки по опытным данным может служить основой для управления процессом нагрева АД в режиме прогрева, подсушки, сушки с помощью микропроцессора с учетом допустимой погрешности.

Для обеспечения ресурсосбережения, снижения энергетических затрат,

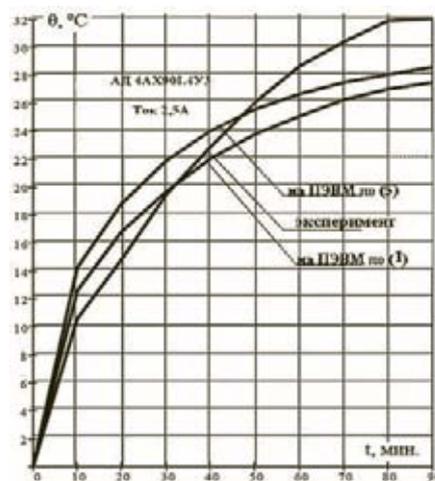


Рис. 2. Нагрев обмоток судового асинхронного двигателя постоянным током от 0 до 2,5 А, регулируемым тиристорным преобразователем

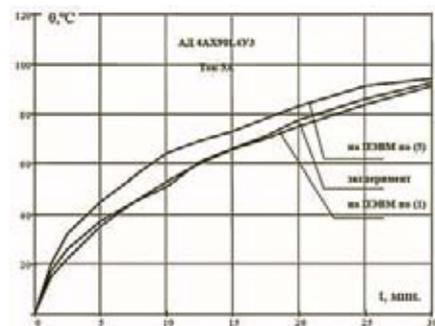


Рис. 3. Нагрев обмоток судового асинхронного двигателя постоянным током от 0 до 5 А, регулируемым тиристорным преобразователем

повышения эффективности, интенсификации и оптимизации технологических режимов процесса прогрева, подсушки, сушки, восстановления сопротивления изоляции увлажненных обмоток судовых асинхронных двигателей после зимнего отстоя речных судов, при судоремонте, а также в эксплуатационных условиях на водном транспорте проведены исследования процессов внутреннего теплопереноса в увлажненной изоляционной системе при управляемом токовым нагреве статорных обмоток электродвигателей судового исполнения.

Теоретически обоснован и разработан инновационный энергосберегающий рациональный способ повышения эффективности и увеличения интенсивности токовой сушки изоляции отсыревших обмоток АД при судоремонте на судостроительно-судоремонтных предприятиях.

В связи с тем, что за основу принят способ сушки постоянным током были изучены электрические характеристики обмоток судовых асинхронных двигателей, получивших наибольшее распространение на водном транспорте.

На рис. 4 и 5 представлены экспериментальные характеристики нагре-

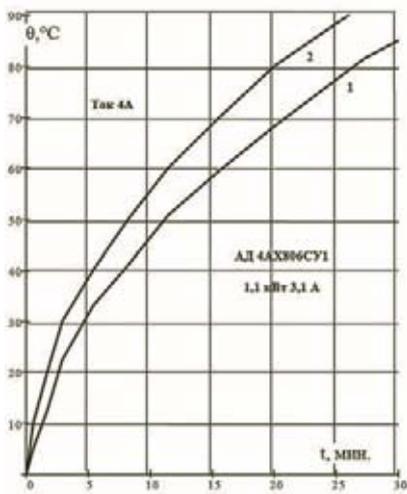


Рис. 4. Нагрев обмоток статора АД постоянным током, управляемым с помощью тиристорного преобразователя
1 – АД в сборе; 2 – только статора АД

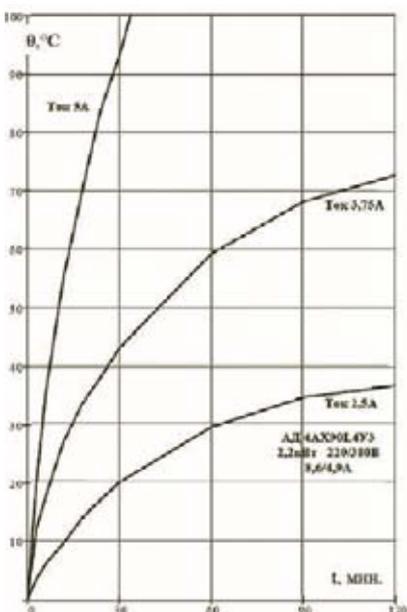


Рис. 5. Нагрев обмоток статора АД мощностью 2,2 кВт постоянным током 0-2,5 А; 0-3,75 А и 0-5А, управляемым с помощью тиристорного преобразователя

ва обмоток статоров судовых АД новой серии 4А номинальной мощностью 1,1 и 2,2 кВт как в собранном виде, так и только одного статора, при пропуске через обмотки постоянного тока различного значения, управляемого тиристорным преобразователем переносного типа.

Получена серия графиков нагрева судовых асинхронных двигателей различной мощности токами, величина которых регулируется с помощью переносного тиристорного преобразователя.

При разработке способа и устройств ускоренной сушки изоляции увлажненных обмоток в процессе экспериментальных исследований решен ряд задач: определены температурное поле АД; предельно допустимая величина тока

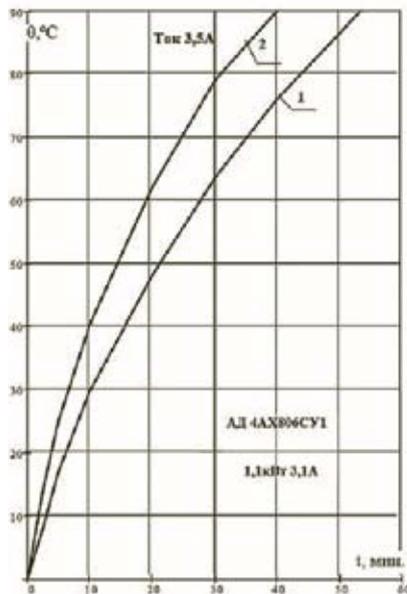


Рис. 6. Нагрев статорных обмоток АД мощностью 1,1 кВт постоянным током 0-3,5 А, управляемым с помощью тиристорного преобразователя: 1 – АД в сборе; 2 – только статора АД

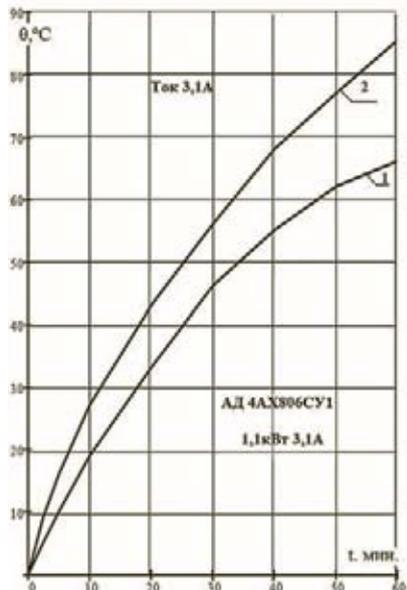


Рис. 7. Нагрев обмоток статора АД мощностью 1,1 кВт постоянным током от 0 до 3,1 А, управляемым с помощью тиристорного преобразователя: 1 – АД в сборе; 2 – только статора АД

при форсированном режиме; величины напряжения, активной мощности, времени и расхода электрической энергии при сушке.

Предложенное аналитическое определение параметров управляемого токового безразборного контрольного прогрева изоляции судовых АД по разработанной структурной схеме с реализацией на ПЭВМ соответствует наиболее оптимальному методу решения проблемы. Разработан алгоритм и реализована на ПЭВМ рабочая программа, составленные на основе разработанной теплофизической модели, для

исследования тепловых процессов в судовых АД при контрольном прогреве, подсушке, сушке и восстановлении сопротивления изоляции увлажненных обмоток статоров. Выбор оптимальных параметров безразборной управляемой токовой сушки изоляции увлажненных обмоток АД на штатном месте установки без демонтажа с судов речного и морского флотов необходимо производить посредством расчетов на разработанной математической модели, реализованной в виде рабочей программы ПЭВМ, с учетом оценки величин токов и тепловыделений. Результаты проведенных исследований также могут найти применение в отрасли водного транспорта для широкого круга задач по определению температуры твердых сред, находящихся в непосредственном тепловом контакте.

Рецензент: А.П. Сеньков,
д-р техн. наук, проф.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приходько В. М. Портативный тиристорный преобразователь с перестраиваемой структурой. – Тр. II Междунар. науч.-техн. семинара «Исследование, проектирование и эксплуатация судовых ДВС», 27 сентября 2007 г., СПб.: СПГУВК, 2008, с. 282–298.
2. Он же. Энергосберегающий универсальный тиристорный преобразователь // Судостроение. – 2000. – № 1. – С. 44–45.
3. Приходько В. М., Адам А. А., Логинов Е. Б., Огородов Э. М., Приходько А. М. Компактный универсальный тиристорный преобразователь с перестраиваемой структурой // Наука и техника на речном транспорте. – 2001. – № 7. – С. 17–24.
4. Приходько В. М. Методы и технические средства комплексных испытаний элементов судовых электроэнергетических систем в судостроении и судоремонте: научная монография. – СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005. – 348 с.
5. Он же. Интенсификация комплексных испытаний судового электрооборудования по энергосберегающей технологии в судостроении и судоремонте: научная монография. – СПб.: СПГУВК, 2013. – 244 с.
6. Он же. Новая технология пропитки и управляемой токовой сушки электродвигателей // Морской транспорт. Экспресс-информация. Сер.: Техн. эксплуатация флота и судоремонт. – М.: ГУП «Мортехинформреклама», 2002. – Вып. 8 (920). – С. 1–11.
7. Приходько В. М., Кравченко В. И., Приходько А. М. Переносный универсальный тиристорный преобразователь с перестраиваемой структурой // Промышленная энергетика. – 1999. – № 4. – С. 30–35.
8. Он же. Тиристорный преобразователь – регулятор универсального назначения // Промышленная энергетика. – 1994. – № 5. – С. 14–19.
9. Он же. Универсальный тиристорный преобразователь // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 4. – С. 13–15.
10. Гольберг О. Д., Гудин Я. С., Свириденко И. С. Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 1984. – 430 с. ■

Анализ современного состояния дел в области автоматизированного регулируемого электропривода показывает, что наиболее перспективной и сулящей в ближайшее время существенный технологический скачок является ветвь электроприводов на основе синхронных двигателей. Одна из наиболее перспективных областей применения синхронных электроприводов – это судостроение. Именно при создании судовых систем электродвижения, технические требования к которым отличаются особой жесткостью в части надежности, экономичности и удельных массогабаритных показателей, они могут найти широкое применение.

На путях практической реализации регулируемых синхронных электроприводов до последнего времени вставляли серьезные трудности. Однако с появлением на рынке статических преобразователей частоты, выполненных на полупроводниковых ключах нового поколения, а также микропроцессорных систем управления стало реальным создание вышеуказанных электроприводов средней и большой мощности, предназначенных для использования в системах электродвижения судов.

Один из возможных способов построения регулируемых синхронных электроприводов основан на реализации режима работы синхронного двигателя по схеме вентильного двигателя с широтно-импульсной модуляцией фазного напряжения (ВД с ШИМ). Суть этого способа заключается в том, что статический преобразователь частоты, система управления и датчик положения ротора, используемые в электроприводе, формируют фазные напряжения таким образом, что обобщенный вектор напряжения статора всегда ортогонален вектору магнитного потока, создаваемого обмоткой ротора. Это, в свою очередь, обеспечивает постоянство электромагнитного момента двигателя, величина которого и соответственно скорость вращения могут плавно регулироваться при изменении величины обобщенного вектора фазного напряжения и не позволяет двигателю выпасть из синхронизма.

Функциональная схема гребного электропривода на основе ВД с ШИМ, приведена на рис. 1.

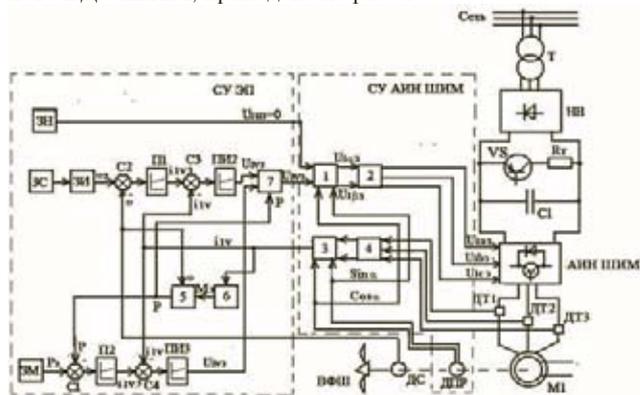


Рис. 1. Функциональная схема гребного электропривода

В соответствии с функциональной схемой в состав гребного электропривода входят:

- М1 – гребной электродвигатель (ГЭД) на основе синхронного двигателя по схеме ВД с ШИМ;
- ДС – датчик скорости;
- ДПР – датчик положения ротора;
- СПЧ – статический преобразователь частоты, силовая часть которого содержит неуправляемый выпрямитель (НВ), автономный инвертор напряжения с широтно-импульсной модуляцией (АИН ШИМ) и цепь электродинамического торможения (R_r , C_1 и VS);

ПОСТРОЕНИЕ ГРЕБНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

В.И. Вершинин, канд. техн. наук, доцент

Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,

А.Н. Богданов, инженер-конструктор ОАО «Новая ЭРА»,
контакт. тел. (812) 610 0255

ДТ1–ДТ3 – датчики фазного тока статора двигателя;
СУ АИН ШИМ – система управления автономным инвертором напряжения;

СУ ЭП – система управления гребным электроприводом;
ВФШ – гребной винт фиксированного шага.

Рассматриваемый электропривод содержит три канала:

- поддержания постоянства проекции обобщенного вектора напряжения статора на ось U на нулевом уровне;
- управления частотой вращения ГЭД и поддержания ее на заданном уровне;
- стабилизации мощности на валу ГЭД.

Наличие *первого канала*, в котором используется датчик нулевого уровня проекции вектора фазного напряжения на ось U системы координат (ЗН), обеспечивает ориентацию обобщенного вектора напряжения статора вдоль оси V той же системы координат, что и обеспечивает ортогональность векторов магнитного потока и напряжения статора.

Второй канал, обеспечивающий регулирование частоты вращения и поддержание ее постоянства на заданном уровне, представляет собой систему подчиненного регулирования, содержащую два контура: внешний (скоростной) и внутренний (моментообразующий). Сигнал с выхода регулятора П1 скоростного контура является сигналом задания для внутреннего контура. Во внутреннем контуре используется отрицательная обратная связь по моментообразующей проекции обобщающего вектора тока статора на ось V .

Третий канал, обеспечивающий постоянство мощности на валу ГЭД, также представляет собой двухконтурную систему подчиненного регулирования. Он содержит внешний контур и внутренний (моментообразующий). Сигнал управления с выхода внешнего контура является сигналом задания для внутреннего контура. Переключение второго и третьего каналов (переход гребного электропривода из режима регулирования частоты вращения и поддержания ее на заданном уровне в режим поддержания постоянства мощности и обратно) происходит автоматически посредством СУ ЭП.

Авторами статьи было разработано математическое описание электромеханических процессов, протекающих в предлагаемом гребном электроприводе. Это описание выполнено в системе координат U, V , вращающейся с синхронной скоростью. В соответствии с математическим описанием средствами пакета прикладных программ Matlab была разработана компьютерная модель гребного электропривода, позволяющая исследовать электромеханические процессы, протекающие в электроприводе в различных режимах его работы.

Разработанные математическое описание и компьютерная модель могут быть использованы проектантами гребных электроприводов на ранних стадиях проведения технического проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Герман-Галкин С. С. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: Корона принт, 2001. – 320 с. ■

17 марта 2015 г. состоялась торжественная церемония первого публичного запуска дизельного двигателя М150 (рабочее наименование «Пульсар»), созданного совместно российским дизелестроительным предприятием ОАО «Звезда» и австрийской инженеринговой компанией «AVList GmbH» по контракту с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации в рамках ФЦП «Национальная технологическая база».

Представленный опытный 12-цилиндровый дизельный двигатель мощностью 1440 кВт (2100 об/мин) открывает целую линейку высокооборотных дизельных двигателей многоцелевого назначения в мощностном диапазоне от 400 до 1700 кВт, предназначенных для скоростных и рабочих судов внутреннего и прибрежного плавания, дизель-



генераторных установок, карьерной и строительной техники, а также для самоходного подвижного состава железнодорожного транспорта.

Семейству «Пульсар» предстоит открыть новую эру в развитии российского дизелестроения – они станут самыми современными двигателями, созданными в России за последние десятилетия и будут успешно конкурировать с лучшими зарубежными аналогами.

Новая линейка российских дизельных двигателей отличается от действующих аналогов экономичностью (потребление топлива – до 195 г/кВт), экологическими показателями (соответствие экологическим требованиям IMO3, Stage 3b, EРАTier 4 Interim) и высокими ресурсными показателями.



ПЕРВАЯ ПУБЛИЧНАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ НОВЕЙШЕГО РОССИЙСКОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

ОАО «Звезда»,
контакт. тел. (812) 334 9737



В них воплощены все передовые технические решения мировой инженерной мысли: топливная система с давлением впрыска до 2500 бар, двухступенчатый турбонаддув с промежуточным охлаждением, система рециркуляции отработавших газов и система автоматического управления, контроля и защиты.

На испытательном стенде команда разработчиков продемонстрировала работу опытного образца двигателя приглашенным представителям проектных организаций, судостроительных и машиностроительных предприятий, а также ключевым партнерам по поставкам оборудования. После завершения цикла необходимых испытаний будет организована его опытная промышленная эксплуатация, одновременно продолжается работа по изготовлению последующих образцов.

ОАО «Звезда» подготовило необходимые документы для реализации масштабного комплексного инвестиционного проекта по строительству на своей площадке производства для серийного изготовления двигателей новой линейки.



Учитывая безусловную значимость появления в российской промышленности собственных технологий такого уровня как в области национальной безопасности, так и импортозамещения, проект получил поддержку и на региональном, и на федеральном уровне. На Петербургском международном экономическом форуме в 2014 г. при участии Правительства Санкт-Петербурга было подписано соглашение с Внешэкономбанком о финансировании строительства нового завода.

ОАО «Звезда» – ведущий российский разработчик и производитель многоцелевых высокооборотных дизельных двигателей мощностью от 500 до 7400 кВт и тяжелых реверс-редукторных передач мощностью до 40 000 кВт для главных судовых энергетических установок. Предприятие основано в 1932 г. ■

При работе РЛС на борту беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) по морским объектам (МО) важное значение имеет процесс селекции ложных объектов (ЛО), основная задача постановки которых состоит в том, чтобы сместить луч диаграммы направленности бортовой РЛС с объекта назначения (МО) на ложный объект. В результате этого происходит увод БПЛА от истинного МО на ЛО либо на точку в пространстве, соответствующую энергетическому центру суммы отраженных сигналов МО и ЛО при отсутствии их разрешения по углу.

Известные ЛО можно разделить на три типа:

- дипольное облако (ДО);
- уголкового отражателя (УО);
- активный ретранслятор (АР).

Для каждого из указанных типов ЛО применяются свои методы селекции. Задача селекции ЛО бортовыми РЛС с фазоманипулированным сигналом решалась в течение двух десятилетий, предложенные для селекции методы рассмотрены в [1]. Суть этих методов для различных групп ЛО заключается в следующем. Для селекции УО используется режим черезпериодной перестройки частоты (ЧПЧ). В режиме ЧПЧ работа РЛС БПЛА осуществляется на двух фиксированных частотах с их поочередным переключением. Значения амплитуд отраженных от МО зондирующих импульсов записываются в две последовательности: $\Sigma_{\text{ч1}}$ и $\Sigma_{\text{ч2}}$, для $i=1...64$. После записи последовательностей $\Sigma_{\text{ч1}}$ и $\Sigma_{\text{ч2}}$ оценивается корреляция между амплитудой и частотой. От превышения или не превышения полученной оценки порогового значения принимается решение об идентификации объекта как уголкового отражателя или истинного МО. Для МО в силу его свойств будет иметь место высокая корреляция значений амплитуд отраженного на разных частотах сигнала от значений частоты, в то время как значения амплитуд сигнала отраженного от уголкового отражателя будут декоррелированы по отношению к частоте. Для снижения влияния шумов при низком соотношении сигнал/шум на входе приемника возможно выполнение процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ) для каждой последовательности $\Sigma_{\text{ч1}}$ и $\Sigma_{\text{ч2}}$. При этом для оценки корреляции используются максимальные значения амплитуд сигналов, полученных на выходе процедуры БПФ. Для связи УО полезно оценивать угловые флуктуации, которые различны для МО больших размеров и связи УО, обладающих малыми размерами.

При работе РЛС БПЛА в режиме селекции ДО устанавливается одна фиксированная частота зондирующего импульса. При этом происходит накопление значений амплитуд отраженного сигнала: $\Sigma_{\text{Аi}}$, для $i = 1...64$. После накопления пачки из 64 отраженных сигналов, для последовательности $\Sigma_{\text{Аi}}$ выполняется процедура БПФ, на выходе которой формируется последовательность Σ_{Sp} , для $i=1...64$. В полученной последовательности Σ_{Sp} , являющейся спектральным портретом объекта, анализируется ширина спектра принятого сигнала. При превышении порогового значения ширины спектра сигнала принимается решение и идентификация объекта как ДО, в противном случае объект идентифицируется как истинный МО. Крупногабаритный МО будет иметь узкую ширину спектрального отклика, в то время как ДО имеет большую ширину спектра.

Задача селекции ЛО типа АР возникла при анализе перспективной модели РЭП и не рассматривалась ранее. Носитель АР зависит неподвижно в пространстве, в непосредственной близости от МО. Устройство АР позволяет ретранслировать

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СПЕКТРАЛЬНО-КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СЕЛЕКЦИЯ ЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ БОРТОВЫМИ РЛС ПРИ РАБОТЕ В УСЛОВИЯХ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Ю.Ф. Подоплёкин, д-р техн. наук, проф., первый зам. ген. директора,
Ю.С. Ицкович, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник,
П.А. Новиков, начальник лаборатории,
В.В. Морозов, зам. директора научно-производственного комплекса,
 ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,
 контакт. тел. (812) 578 9823

сигнал, излученный РЛС БПЛА с мощностью, большей, чем имеет отраженный от МО сигнал. При этом осуществляется имитация АЧХ МО, что затрудняет селекцию АР существующими методами.

Основным недостатком указанных выше методов является невозможность выполнения достоверной селекции ЛО, при отсутствии углового разрешения ЛО и МО.

Так, при отсутствии углового разрешения результат оценки корреляции, в режиме селекции УО будет носить случайный характер вследствие сложения сигнала от ЛО с сигналом от МО. Результат спектральной селекции ДО также будет неоднозначным по причине наложения спектра ДО на спектр МО.

Учитывая, что угловое разрешение зависит от ширины диаграммы направленности, которая для бортовых РЛС составляет около 8° , можно построить зависимость линейного разрешения ΔZ в азимутальном направлении от дальности R до группы объектов (МО и ЛО), представленную на рис. 1.

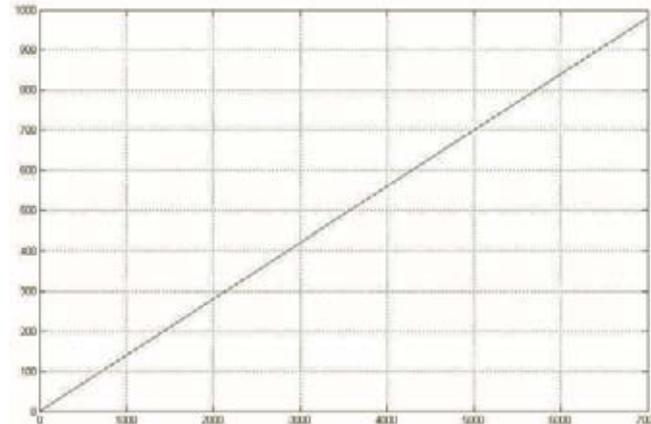


Рис. 1. Зависимость линейного разрешения ΔZ в азимутальном направлении от дальности R

Из рис. 1 видно, что при постановке ЛО на удалении до 100 м от МО возможность их достоверной селекции будет обеспечена на дальности менее 1 км до объекта, что не позволит переориентировать БПЛА.

В настоящее время разработаны принципы синтетизирования апертуры антенных устройств, в частности, по методу доплеровского обужения луча (ДОЛ) [2, 3], которые позволяют существенно (более чем на порядок) повысить угловое разрешение РЛС. При этом требуется специальная корректировка маршрута движения БПЛА [4].

При разработке методов пространственной селекции ЛО необходимо учитывать традиционные методы борьбы разработчиков БПЛА с силовым противодействием МО. В настоящей работе предлагается совместить методы маскирующего маневра БПЛА с методами синтеза апертуры, что может существенно повысить эффективность пространственной селекции ЛО.

В частности, представляется целесообразным организовать движение БПЛА по траектории «спираль» и использовать верхнюю и нижнюю точки спирали для разрешения объектов по высоте, а крайние боковые точки – для разрешения объектов по боковому отклонению. На рис. 2 представлена схема расположения объектов и БПЛА при его боковом отклонении.

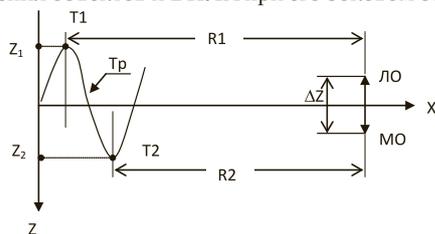


Рис. 2. Схема расположения объектов и БПЛА при его боковом отклонении

БПЛА движется вдоль оси X, совпадающей с центром отражения сигнала от ЛО и МО, находящихся на расстоянии ΔZ. При своем движении БПЛА совершает маневрирование по траектории Тр, отклоняясь от оси X на расстояние Z (Z₁, Z₂).

При этом расстояние R до объекта составляет соответственно R₁ или R₂.

Известно [2, 3], что разница доплеровского смещения частоты ΔF между сигналами, отраженными от ЛО и МО, определяется выражением

$$\Delta F = \frac{F_d \cdot Z \cdot \Delta Z}{R^2} \quad (1)$$

Результаты расчета по формуле (1) для практически используемой величины F_d = 50 кГц и различных значений R, Z, ΔZ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета по формуле (1)

R, м	Z, м	ΔZ, м	ΔF, Гц
5500	50	100	8
3000	50	100	25
3000	100	100	50

Из табл. 1 видно, что при спектральной обработке сигналов в течение используемого на практике интервала времени около 120 мс, который обеспечивает дискретизацию спектра около 8 Гц во всех трех вариантах положения объектов и БПЛА обеспечивается разрешение ЛО и МО.

При этом в случае постановки ЛО типа УО или АР разрешение обеспечивается надежно ввиду малой ширины спектра отраженного сигнала.

Разрешение и, соответственно, селекция ЛО типа ДО, ширина спектра которого достигает величины Δf = 100 Гц,

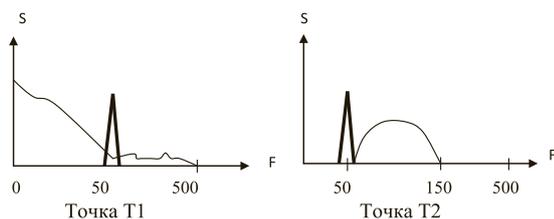


Рис. 3. Вид спектра излучения при селекции ДО из точек T1 и T2

обеспечивается при увеличенных значениях отклонений Z и ΔZ и уменьшенных значениях R.

Вид спектра S при селекции ДО из точек T1 и T2 (рис. 2) в третьем варианте значений величин из табл. 1 представлен на рис. 3.

Из рис. 3 следует, что более надежная селекция обеспечивается в точке T2, когда БПЛА находится со стороны МО, имеющего малую ширину спектра сигнала или за ним.

Аналогичная селекция объекта в вертикальной плоскости представляется более сложной задачей, ввиду того, что БПЛА не может находиться ниже МО.

Пространственная схема расположения объектов и БПЛА представлена на рис. 4.

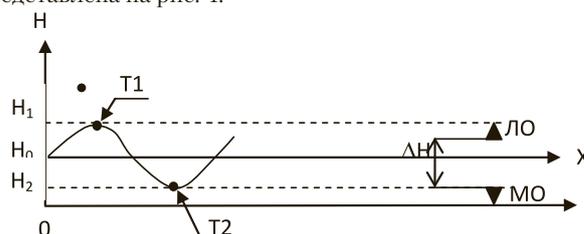


Рис. 4. Пространственная схема расположения объектов и БПЛА

Когда БПЛА находится в точке T1, объекты ЛО и МО находятся с одной стороны от БПЛА и их спектры разнесены на величину ΔF, прямо пропорциональную произведению (H₁ - H₀) × ΔH аналогично выражению (1) при замене соответственно Z и ΔZ.

В нижней точке траектории БПЛА величина ΔF уменьшается и становится пропорциональной произведению (H₀ - H₂) × (ΔH - H₂).

В то же время при селекции объектов в вертикальной плоскости оптимальным является алгоритм, основанный на аксиоме о том, что МО имеет всегда минимальную (близкую к нулевой) высоту. В этом случае приведение БПЛА выполняется по расчетному углу с использованием высотомера.

Таким образом, использование спектральных методов в сочетании с повышением углового разрешения РЛС путем синтеза апертуры антенны по методу ДОЛ и комплексирование указанных методов с маскирующим маневрированием БПЛА позволяет выполнять эффективную пространственную спектрально-корреляционную селекцию ЛО.

ЛИТЕРАТУРА

- Бредун И.Л., Коржавин Г.А., Подоплекин Ю.Ф. Пути повышения эффективности перспективных бортовых РЛС в условиях сложного радиоэлектронного противодействия / Под общей редакцией Г.А. Коржавина. – СПб.: ОАО «Концерн «Гранит-Электрон». – 2007.
- Бредун И.Л., Гуляев Ю.М., Ицкович Ю.С. Выделение сигнала от объекта в условиях мешающего воздействия группы неразрешаемых объектов // Науч.-техн. сб. «Корабельные и бортовые многоканальные информационно-управляющие системы». – 2010. – Вып. № 12.
- Ицкович Ю.С., Новиков П.А. Пути реализации режима доплеровского обужения луча в когерентных РЛС с перестройкой частоты. // Науч.-техн. сб. «Корабельные и бортовые многоканальные информационно-управляющие системы». – 2013. – Вып. № 17.
- Александров А.А., Ермолина М.А., Ицкович Ю.С., Новиков П.А. Приведение БПЛА к радиоконтрастным объектам в режиме синтеза апертуры антенны бортового радиолокатора. – Тр. Всеросс. науч.-техн. конф. «Навигация, наведение и управление летательными аппаратами», Москва-Раменское, 2012. ■

Средства гидрографии предназначены для измерения физических полей Земли (магнитного, гравитационного), а также глубин, рельефа дна и структуры грунта на морских акваториях. К средствам гидрографии относятся:

- средства измерения глубины, рельефа дна и стратификации донного грунта (эхолоты, гидролокаторы, эхотралы, эхографы, профилографы и др.);
- мареографы, измеряющие колебания уровня моря;
- гравиметры и гравитационные градиентометры;
- магнитометры и магнитные градиентометры.

Требования к точности и другим характеристикам этих средств постоянно растут, что диктует необходимость совершенствования существующих и создание принципиально новых средств.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЛЬЕФА И СТРУКТУРЫ ДОННОГО ГРУНТА

К основным, наиболее часто используемым средствам измерения глубины, определения рельефа и структуры донного грунта относятся:

- промерные эхолоты, обеспечивающие измерение глубин;
- эхотралы, эхографы, гидролокаторы, предназначенные для обнаружения и идентификации подводных объектов;
- профилографы, определяющие характеристики грунта;
- мареографы, измеряющие колебания уровня моря.

Для обработки информации применяются автоматизированные комплексы обработки информации.

Перечисленные средства предназначены для создания морских навигационных карт, используемых в интересах обеспечения навигационной безопасности мореплавания (особенно в прибрежных водах), исследований грунта, при строительстве и эксплуатации портов и морских гидротехнических сооружений, прокладке нефтегазовых трубопроводов, а также при проведении ряда других работ, связанных с информацией о глубинах акватории и рельефе дна. Требования к точности и подробности этой информации постоянно растут, однако реализовать это чрезвычайно трудно. До 90-х гг. прошлого века уровень разработок отечественных эхолотов соответствовал мировому. В настоящее время ситуация значительно ухудшилась. Основным техническим средством съемки рельефа дна остается промер однолучевыми эхолотами ПЭЛ-3, ПЭЛ-4, ПЭЛ-4 М [1].

При проведении площадной съемки рельефа дна широкое применение в последние годы получают *многолучевые эхолоты* (МЛЭ). Специальное программное

СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ГИДРОГРАФИИ ВМФ

А. Ф. Зеньков, ген. директор,
П. И. Малеев, д-р техн. наук, вед. науч. сотрудник,
А. М. Шарков, канд. техн. наук, начальник управления,
В. В. Глазко, начальник отдела,
ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 322 6319

обеспечение позволяет осуществлять высокоточную обработку данных и представление результатов промера практически в реальном режиме времени. Одним из мировых лидеров – разработчиков МЛЭ, поставляющих эти эхолоты в Россию, является датская фирма «Reson». МЛЭ обеспечивают батиметрическую съемку и получение трехмерной модели морского дна и объектов, расположенных на нем, во всем диапазоне глубин Мирового океана. Линейка эхолотов включает в себя четыре основные модели (табл. 1). Каждая из моделей, как правило, может иметь несколько вариантов исполнения, различающихся по рабочим частотам, антеннам и монтажным комплектам для различных заказов [2].

Данные эхолоты реализуют два режима: МЛЭ и гидролокатора бокового обзора (ГБО). Оба режима работают одновременно, и оператор может наблюдать и цифровую модель морского дна, и изображение ГБО. В МЛЭ используется два комплекта программного обеспечения.

Первые отечественные гидрографические средства площадного обследования дна (гидрографические эхотралы ГЭТ-1, ГЭТ-2 и эхографы бокового обзора ГЭБО-100) были разработаны в 70-е гг. прошлого столетия. Эти *эхотралы*, однако, могут использоваться только в мелководных районах, с глубинами, не превышающими 25 м. Эхографы бокового обзора ГЭБО-100 позволяют выявлять мелкие формы рельефа и донные объекты лишь на глубинах не более 30 м при однородном илистом или песчаном грунте. Работы начала 90-х гг., проводимые Институтом радиотехники и электроники Российской академии наук, завершили созданием экспериментальных образцов автоматизированных гидрографических комплексов площадной съемки (АГК ПС) для глубин 200 м, 1500 м и 5000 м (соответственно АГК ПС-200, АГК ПС-1500 и АГК ПС-5000). С 2000 г. начался очередной этап разработки отечественных технических средств площадной съемки рельефа морского дна.

Другим средством обследования дна являются *гидролокаторы бокового обзора*.

На рис 1 показан малогабаритный гидролокатор бокового обзора «Валаам»



Рис 1. Малогабаритный гидролокатор бокового обзора «Валаам»

Гидролокатор предназначен для поиска малоразмерных подводных объектов. Его основные характеристики приведены в табл. 2.

Для получения информации о грунте чаще всего используют *профилографы*. Информацию о грунте получают путем специальной обработки отраженного от грунта сигнала, позволяющей устанавливать корреляционные связи между акустическими и физико-механическими параметрами грунта.

В качестве примера приведем основные характеристики профилографа ПГ-300, разработанного Кировским филиалом ОАО «Концерн «Океанприбор» [3]. Этот профилограф предназначен для дистанционного исследования

Основные характеристики МЛЭ фирмы «Reson»

Характеристика	Модель МЛЭ			
	EM 7125	EM 7111	EM 8160	EM 7150
Акустическая частота, кГц	200/400	100	50	12/24
Дальность, м	175/450	от 5 до 1000	10–3000	От 100 до 6000/ /12000
Ширина луча, град.: поперечно продольно	1/0,5 2/1	1,5, 3,0, 4,5 1,9	1,5 1,5, 3,0, 4,5	от 0,5 до 2 от 1 до 2
Число лучей	256/512	101, 201, 301	126	855
Частота акустических посылок, Гц	до 50	до 35	до 15	до 15
Ширина сектора, град.	140/165	150	150	150
Глубина моря, м	450	1000	3000	12000 (12 кГц)

Таблица 2

Основные характеристики гидролокатора бокового обзора «Валаам»

Тактико-технические характеристики	Значения параметров
Ширина полосы обзора, м	До 600 (5 глубин на каждый борт)
Разрешающая способность, м	До 1
Скорость хода судна, уз	До 6

структуры донного грунта с надводного судна в реальном масштабе времени. Он обеспечивает:

- послонное определение коэффициента отражения и других физико-акустических характеристик донных осадков, позволяющих классифицировать типы грунта (ил, песок, глина, камни) и оценить его плотность по разрезу;

- автоматическое измерение текущей глубины до границы вода–дно и определение толщины донных осадков, глубины залегания плотного грунта;

- формирование массивов измеренных глубин слоев грунта с указанием типов грунтов и привязкой к текущим координатам по данным спутниковых навигационных систем.

Рабочая глубина под килем – от 0,5 до 300 м. Разрешающая способность по слоям – 5–8 см.

В 2004 г. был принят на вооружение профилограф гидрографический ПГ-400. Прибор предназначен для стратификации донного грунта и дистанционной классификации его типа [4]. Профилограф разработан ЦНИИ «Морфизприбор». Он предназначен для стратификации донного грунта, определения амплитуд донных эхосигналов и решение задачи классификации донного грунта по четырем литологическим типам – илы, глины, пески, грубообломочные скальные породы.

В 2007 г. для оперативного получения информации о колебаниях уровня моря, необходимой для исправления глубин при съемке рельефа дна, ФГУ «НПП «Геологоразведка» разработан новый отечественный малогабаритный автоматизированный мареограф МАМ-1.

Мареограф используется при одновременной автономной работе (до

180 сут.) с целью накопления данных о характере прилива и вычисления его гармонических постоянных.

Прибор может работать при волнении моря до 6 баллов.

Погрешность измерения уровня моря (с вероятностью $P=0,95$) не превышает 8 см.

В последние десятилетия для автоматизации процесса обработки полученной информации все активнее используются гидрографические комплексы. Под гидрографическим комплексом подразумевается специально созданный единый комплект гидрографических технических средств, позволяющих не только измерять различные параметры физических полей, но и обрабатывать полученную информацию по единой методике, получая на выходе практически готовый планшет.

На рис. 2 показан внешний вид гидрографического комплекса площадной съемки «Мускат».



Рис. 2. Гидрографический комплекс площадной съемки «Мускат»

Комплекс предназначен для проведения съемки рельефа дна, морской грунтовой съемки, гидрографического траления и поиска малоразмерных объектов в полосе обзора комплекса. Его технические характеристики:

- съемка рельефа дна возможна на глубинах: от 1 до 50 м при скорости судна до 6 уз, от 3 до 300 м при скорости судна до 12 уз (при бортовой качке до 10°, килевой качке до 5° и волнении моря до 3 баллов);

- СКП измерения наклонных дальностей – не более 0,05% от дальности;

- СКП измерения углов наклонных дальностей не более 6°;

- ширина полосы съемки – не менее 3 значений глубин на каждый борт; стратификация донного грунта;

- обнаружение (с вероятностью не менее 0,9) элементов рельефа или лежащих на поверхности ровного однородного грунта типа ил, песок, глина искусственных подводных объектов с минимальными эквивалентными радиусами от 0,3 до 5 м в зависимости от глубины места, типа грунта и акустического контраста объекта, а также аналогичных объектов в толще воды.

На рис. 3 показан автоматизированный комплекс «Съемка».



Рис. 3. Автоматизированный комплекс «Съемка»

Комплекс предназначен для получения данных о рельефе дна, составе грунта, скорости звука в воде, параметрах качки.

Основные тактико-технические характеристики комплекса:

- диапазон измеряемых глубин – 0,5–300 м;

- ширина полосы съемки глубины на каждый борт около 100 м;

- инструментальная погрешность измерения глубин при $P=0,997-0,1$ м при глубине до 20 м, 0,5% при глубине свыше 20 м;

- скорость судна – до 6 уз;

- глубина определения стратификации грунта профилографом, не менее: песок – 2 м; глина – 5 м; ил – 10 м.

Дальнейшим развитием средств измерения глубины, рельефа дна и структуры донного грунта являются:

- *интерферометрические гидролокаторы бокового обзора*, совмещающие функции многолучевого эхолота как прибора, измеряющего глубину и ее местоположение и гидролокатора бокового обзора для поиска объектов на дне (путем построения гидролокационного изображения дна);

- *гидролокаторы бокового обзора с частотной модуляцией сигнала* для повышения разрешающей способности по дальности путем сжатия длительности импульса;

- *гидролокатор бокового обзора с синтезируемой апертурой антенны*, в которых, благодаря применению галлографического принципа регистрации гидроакустического сигнала независимо от расстояния добиваются высокой разрешающей способности по азимуту.

Приоритетные направления в развитии импортозамещаемых средств съемки и обследования морского дна рассмотрены в [5].

ГРАВИМЕТРЫ И ГРАВИТАЦИОННЫЕ ГРАДИЕНТОМЕТРЫ

Гравиметры предназначены для измерения силы тяжести. Они подразделяются на абсолютные и относительные, абсолютные, в свою очередь, на маятниковые и баллистические.

Гравиметрическое приборостроение в последние годы получило широкое развитие. Помимо традиционной съемки гравитационного поля Земли (в том числе на морях и океанах) в интересах геодезии и картографии, гравиметрическая аппаратура начала использоваться в ряде других областей, в частности:

- в качестве навигационного вооружения подводных лодок;
- в интересах обеспечения ракетного оружия гравитационными характеристиками Земли;
- для поиска с морских объектов полезных ископаемых на морских акваториях.

Требования к ней становятся все более жесткими.

Особенностью измерений ускорения силы тяжести над морской акваторией является то, что они проводятся в условиях инерционных ускорений и наклонов объекта при качках. Инерционные ускорения в сотни и тысячи раз превосходят измеряемую величину ускорения силы тяжести. Это приводит к необходимости использования оптимальных алгоритмов сглаживания и динамического синтеза систем фильтрации полезного сигнала. Для исключения возмущений, обусловленных горизонтальными составляющими ускорений подвижного объекта и его наклонами, необходимо иметь на объекте соответствующие приборы.

Аномальные значения ускорения силы тяжести имеют величины в несколько десятков, редко сотен мГл. Начало работ по измерению силы тяжести на море в России относится ко второй половине прошлого века, когда Институт физики Земли АН СССР разработал морской демпфированный гравиметр на основе двойной упругой кварцевой системы крутильного типа. Этот гравиметр имел погрешность около 5 мГл и мог работать только в условиях спокойного моря. В дальнейшем (табл. 3) совместно с ЦНИИ «Электроприбор» был создан морской гравиметр с фоторегистрацией (МГФ). Он устанавливался на гиросtabilизированную платформу «Чета» и долгое время был основным средством выполнения морской гравиметрической съемки. Дальнейшим развитием этого гравиметра стал морской гравиметрический комплекс (МГК) «Чета-АГГ», выпускаемый серийно с 1985 г. В эти же годы были разработаны МГК «Стен» и «Перемолот», в 1996 г. – МГК «Скалочник»,

в 2003 г. – МГК «Силомер» и «Чекан-АМ», в 2010 – МГК «Попугай» [6, 7].

Таблица 3

Отечественная морская гравиметрическая аппаратура

Гравиметр	Начало производства, год	Погрешность, мГл	Разработчик
«МГФ»	1972	5–10	ИФЗ АН СССР
«Чета-АГГ»	1985	3	ИФЗ АН СССР
«Стен»	1983	1	ЦНИИ «ЭП»
«Чекан-АМ»	2003	0,5–1	ЦНИИ «ЭП»
«Перемолот»	1989	1	ЦНИИ «Дельфин»
«Силомер»	2003	0,5	ЦНИИ «Дельфин»
«Попугай»	2010	0,5	ЦНИИ «ЭП»
«Скалочник»	1996	1	ЦНИИ «ЭП»

Недостатками гравиметров является дрейф нуля-пункта, достигающий:

- 1 мГл в сутки у МГФ;
- 0,2–3,0 мГл в сутки у МГК;
- 4,8 мГл в месяц у гравиметра «Ла Коста-Ромберг» (США).

Смещение нуля-пункта ведет к необходимости относительно частых (через 15–20 сут.) заходов в порт для опорных измерений. Смещение нуля-пункта связано в основном с усталостью, ползучестью и упругим последствием материалов чувствительного элемента гравиметра. Меняется со временем и масштабный коэффициент гравиметров, нелинейность их шкалы измерений. Значительное влияние на точность оказывают также качка объекта, его вибрация, инерционные помехи и другие дестабилизирующие факторы.

В 2014 г. получен уникальный опыт гравиметрической съемки с борта НЭС «Академик Федоров» в Северном Ледовитом океане специалистами ОАО «ГНИНГИ» и ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» с помощью гравиметров «Чекан-АМ» и «Шельф-Э». Съемка параметров гравиметрического поля Земли (ГПЗ) велась в сложных ледовых условиях с преодолением торосов, что не позволяло судну-носителю непрерывно двигаться по заданным галсам с постоянной скоростью. Впоследствии в процессе камеральной обработки результатов измерений потребовалась разработка дополнительного программного обеспечения.

Вышесказанное диктует необходимость совершенствования существующих типов гравиметров, программного обеспечения и поиска новых путей их создания. Наиболее совершенными отечественными гравиметрами в настоящее время считаются гравиметры «Чекан-АМ» и «Попугай», разработанные ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». Они предназначены для съемки параметров гравитационного поля Земли на море как с борта судна, так и с самолета.

Еще проблематичней стоит вопрос с созданием гравитационных градиентометров с требуемой точностью. Гравита-

ционные градиентометры предназначены для измерения параметров аномалий гравитационного поля Земли. Единицей измерения градиентов является Этвеш, равный 10–9 Гал/см или 10–8г/м. Первые гравитационные градиентометры появились в конце XIX в. Они предназначались для геофизических исследований. С помощью этих приборов разведаны многие месторождения полезных ископаемых (нефть, газ, руды). Однако в настоящее время их практически не изготавливают. Одной из важнейших причин этого, помимо экономических, является невозможность их использования на движущихся объектах.

Мощный импульс в развитии градиентометрии для подвижных объектов возник в 60-е гг. прошлого столетия в связи с необходимостью определения уклонов отвесной линии (УОЛ) в интересах использования ракетного оружия. Проблемой создания бортовой аппаратуры для этих целей был занят ряд ведущих приборостроительных организаций как в СССР, так и за рубежом. Однако, несмотря на значимость и масштабность разработок, кардинально решить эту проблему пока не удалось. Наибольшие успехи имела лишь фирма «Белл Аероспейс» (США) [8–10], которая довела свою разработку до опытных образцов. В середине 80-гг. такие градиентометры на базе акселерометров были установлены на судне командования военно-морских перевозок ВМС США «Вангард» и на двух подводных лодках, вооруженных корабельными баллистическими ракетами. Однако добиться требуемой точности их работы, судя по имеющейся информации, не удалось. Одна из причин этого – чрезвычайно высокие требования к акселерометрам.

Для успешного решения стоящих перед гравиметрией и градиентометрией задач необходимо совершенствование существующих моделей построения и разработка принципиально новых схем с широким использованием нетрадиционных для этой техники явлений и эффектов. Такими новыми подходами является использование предложенных нами электростатического [11] и сверхпроводящих подвесов чувствительной массы гравиметров [12].

Для создания гравитационных градиентометров повышенной точности нами предлагается использовать в качестве акселерометров маятниковые акселерометры в режиме динамической резонансной настройки в соответствии с соотношением [13]

$$mlr = 3ml + 4I_n, \quad (1)$$

где m – масса акселерометра; l – расстояние от акселерометра до оси вращения сборки; r – радиус между центрами акселерометров; I_n – центральный момент инерции и введения в схему эталонного

генератора, обеспечивающего стабильность вращения платформы с акселерометрами [14].

МАГНИТОМЕТРЫ И МАГНИТНЫЕ ГРАДИЕНТОМЕТРЫ

Магнитометры и магнитные градиентометры в интересах гидрографии предназначены в первую очередь для измерения параметров магнитного поля Земли (МПЗ) на акваториях и составлении по ним магнитных карт. Кроме того, они находят применение в навигации, противоминной защите, при поиске затонувших объектов, поиске полезных ископаемых и др.

Существенно отметить, что МПЗ подвержено вековым изменениям, которые достигают 100–120 нТл/год. Известно также, что каждые примерно миллион лет магнитные полюса Земли (МПЗ) меняются местами. Последняя инверсия МПЗ была около 500–800 тыс. лет назад. До 1970 г. скорость передвижения магнитного полюса составляла около 10 км/год. В настоящее время она составляет около 40 км/год. Вследствие этого, в частности, морские карты МПЗ необходимо обновлять каждые два-три года, что требует проведение систематических съемок этого поля, в том числе и на акваториях. Последняя съемка территории СССР была проведена в начале 70-х гг. В 1982 г. в США магнитные карты были оцифрованы по всему земному шару. В 2009 г. была опубликована новая международная модель МПЗ для всего земного шара. Однако для территории России были взяты старые данные измерений [15].

Изложенное указывает на актуальность рассмотрения данного вопроса.

По типу магниточувствительного элемента (МЧЭ) морские магнитометры подразделяются на: протонные, квантовые, феррозондовые и др.

Магнитные градиентометры содержат два и более разнесенных в пространстве магниточувствительных элементов, измеряющих магнитное поле одновременно. При использовании градиентометрического метода измерения поля исключается влияние на результаты измерения внешних магнитных полей, в том числе вариаций, что ведет к повышению точности измерения.

Отечественных серийно выпускаемых морских магнитометров и магнитных градиентометров, удовлетворяющих современным требованиям, нет. И ранее большинство разработанных морских магнитометров выпускались в единичных экземплярах в виде макетов, опытных образцов, реже небольших серий. Срок эксплуатации последнего наиболее совершенного отечественного протонного морского дифференциально-магнитометра (МДМ), разработанного «Геологоразведкой» (г. Ленинград)

в 1984 г., истек в 2005 г. [16]. Чувствительность его – 0,05 нТл, погрешность – 1 нТл. Этот магнитометр по своей элементной базе, системе сбора и обработки информации, а также эксплуатационным характеристикам морально устарел.

Имеется ряд отечественных разработок, позволяющих в ближайшие годы создать магнитометры, не уступающие лучшим зарубежным образцам. В частности, в ФГУ «НПП «Геологоразведка» разработаны по модульному принципу магнитометры МКМ-01 с цезиевым чувствительным элементом и квантовый МКДМ-1, обладающие погрешностью 0,02 нТл.

Из зарубежных морских магнитометров можно отметить протонные магнитометры фирмы «Геометрикс» (США)-G-801, G-806, G-811G, G-880G G-882, фирмы «Литемор Скаентифик Энжиниринг Ко» (Великобритания), GSM-19 и GSM-30 (Канада) и др.

Существенным недостатком всех известных отечественных и зарубежных морских магнитометров является то, что они могут использоваться лишь в буксируемом варианте. При использовании с морского объекта магниточувствительные элементы магнитометров (для исключения влияния на измеряемое магнитное поле магнитных полей самого объекта) необходимо размещать за объектом на расстоянии порядка 100 м. Это существенно снижает возможности использования таких магнитометров в интересах гидрографии. Один МЧЭ обеспечивает магнитную съемку с погрешностью 10–15 нТл в средних широтах и 30–40 нТл в высоких. При использовании двух разнесенных буксируемых МЧЭ (градиентный метод) погрешность съемки снижается до 5–10 нТл во всех широтах. Столь высокие погрешности не соответствуют современным требованиям.

Современное состояние развития магнитометрии и вычислительной техники открывает новые возможности в создании систем измерения магнитного поля, работающих в условиях морских объектов. Возможность создания магнитометрических систем, способных работать на борту подвижного морского объекта в значительной степени зависит от того, насколько удастся исключить влияние на них магнитных помех. Попытки решить эту проблему предпринимались неоднократно. Однако получить приемлемые для практики результаты до последнего времени не удавалось.

Наиболее сложна борьба с магнитными помехами, создающими самим объектом. Один из наиболее эффективных методов этой борьбы связан с использованием уравнений Пуассона, с вычислением его параметров (a , b , c , k), характеризующих намагниченность объекта. Это уравнение имеет вид

$$\begin{aligned} B_x &= B_{xt} + aB_{xt} + bB_{yt} + cB_{zt} + B_{xp}; \\ B_y &= B_{yt} + cB_{xt} + eB_{yt} + fB_{zt} + B_{yp}; \\ B_z &= B_{zt} + gB_{xt} + hB_{yt} + kB_{zt} + B_{zp}, \end{aligned} \quad (2)$$

где B_x , B_y , B_z – измеренные проекции вектора магнитной индукции на оси системы координат объекта; B_{xt} , B_{yt} , B_{zt} – проекции вектора магнитной индукции МПЗ на те же оси; B_{xp} , B_{yp} , B_{zp} – проекции вектора магнитной индукции постоянного магнитного поля объекта на те же оси.

К настоящему времени предложено несколько методов определения параметров Пуассона. Однако в реальных условиях их использование ведет к недопустимо большим погрешностям. Нашим институтом совместно с ООО «Криомаг» предложено пять более совершенных методов [17].

Санкт-Петербургский ИЗМИРАН разработал новый метод определения угловых компонент поля [18,19]. Характеризует этот метод то, что при его реализации определение угловых составляющих вектора геомагнитного поля принципиально не зависит от уровня магнитного поля объекта.

Эффективность использования некоторых методов борьбы с магнитными помехами проверена в лабораторных и морских условиях при проведении морской магнитной съемки на естественном геологическом разломе земной коры.

Полученные результаты указывают на возможность создания бортовых магнитометрических систем, отвечающих современным требованиям. Использование таких систем для гидрографии представляет значительный интерес, поскольку упростит съемку магнитного поля Земли на морских акваториях. Кроме того, она может быть использована для поиска и обследования затонувших объектов; выявления и исследования районов с аномальным МПЗ; диагностики подводных нефтегазовых трубопроводов [20]; обнаружения, определения координат и скорости приближающихся к подводной лодке других подвижных морских объектов; обследования акватории под строительство объектов и предполагаемой трассы прокладки трубопроводов и ряда других.

Таким образом, средства гидрографии играют важную роль в обеспечении безопасности плавания кораблей и судов ВМФ, а также решении задач в интересах народного хозяйства. Ряд этих средств достигли высокого уровня развития. Тем не менее для удовлетворения постоянно растущих требований необходимо их совершенствование и создание принципиально новых, в том числе на базе рассмотренных выявленных новых направлений.

Рецензент: *П. Г. Бродский*,
д-р воен. наук, проф.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдолюшкин В.А., Лакунин А.А.* Основные направления развития технических средств съемки рельефа дна в ГС ВМФ. – Тез. докл. на 5-й Росс. науч.-техн. конфер. «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии» (НО-2004), СПб., 10–12 марта 2004 г. – С. 69–70.
2. *Андреев Р.А.* Комплексы многолучевых эхолотов. // Морской вестник. – 2012 – №4 (44). – С. 85–87.
3. *Остриянский Е.А., Свечников А.И.* Автоматизированная система съемки рельефа и грунта дна на базе профилографа высокого разрешения ПГ-300. – Тр. 7-й Росс. науч.-техн. конфер. «Навигация, гидрография и океанография, приоритеты развития и инновации морской деятельности» (НО-2011), СПб., 18–20.05.2011 г., с. 316–320.
4. *Свечников А.И., Абрамов А.М., Остриянский Е.А.* Применение гидрографического профилографа ПГ-400 на морских инженерных изысканиях по трассе Северо-европейского газопровода – Тр. 6-й Росс. науч.-техн. конфер. «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии». (НО-2007). – СПб., 23–25.05.2007 г., с. 414–416
5. *Зеньков А.Ф.* О приоритетных направлениях развития импортозамещающих средств съемки и обследования морского дна // Навигация и гидрография. – 2014. – № 38. – С. 22–30.
6. *Иванов Б.Е., Мятелков В.О.* Морская геофизика – новое направление исследований // Навигация и гидрография. – 1998 – № 7. – С. 102–108.
7. *Глазко В.В., Шустов Е.Б., Филабок Н.Н.* Морские гравиметрические комплексы и гравиметры Гидрографической службы военно-морского флота // Навигация и гидрография. – 2011. – № 32, С. 79–87.
8. *Metzger E. N.* Development experience of gravity gradiometer Systems // New York IEEE – 1995. – № 5. – P. 323–332.
9. *Warren H. G.* Prospects for gradiometric ailing of inertial survey systems // Bull. Geod. – 1981 – Vol. 55. – № 4. – P. 323–332.
10. *John Moreyl.* Prospects for gradiometric ailing of inertial survey systems // Sea Tehnology. – 1996. – №11. – P. 33–38.
11. *Малеев П.И., Радионов Л.И. А. С. (СССР)* № 267175 Морской электростатический гравиметр. Приоритет от 5 августа 1986 г.
12. *Малеев П.И.* Перспективы создания морских гравиметров на основе эффекта МПЯ // Военная электроника. – 1991. – Вып. 8. – С. 31–36.
13. *Малеев П.И., Голован А.А. А.С. (СССР)* № 199694. Способ измерения градиента силы тяжести. Приоритет от 4.04.1983 г.
14. *Малеев П.И., Голован А.А. А.С. (СССР)* № 238964. Способ измерения градиента ускорения силы тяжести. Приоритет от 20.08.1995 г.
15. *Кузнецов В.Д., Петров В.Г. Копытенко Ю.А.* Использование МПЗ в проблеме ориентации и навигации. – Тр. 2-й Всерос. науч. конфер. «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды», СПб., 2012, Т. 1. с. 424–432.
16. *Гузевич С.Н., Демин Б.Н., Ставров К.Г.* Дифференциальный морской магнитометр МДМ // Записки по гидрографии. – 1990. – № 223. – С. 79–83.
17. *Малеев П.И.* Перспективы развития магнитометрических систем для морских подвижных объектов // Навигация и гидрография. – 2010. – Вып. 29. – С. 18–25.
18. *Бледнов В.А.* Метод определения угловых компонент вектора индукции геомагнитного поля на борту движущегося ферромагнитного носителя // ДАН. – 1995. – Т. 341. – № 2. – С. 251–254.
19. *Бледнов В.А.* Основные принципы определения компонент магнитного поля Земли на движущихся ферромагнитных объектах // УФН. – 1997. – Т. 167. – № 10. – С. 1113–1118.
20. *Малеев П.И.* Основные проблемы диагностики подводных нефтегазовых трубопроводов и возможные пути их решения // Морской вестник. – 2014. – № 4 (52). – С. 97–99. ■

8 апреля 2015 г. в результате тяжелой болезни ушел из жизни замечательный человек, президент ОАО «ГНИНГИ», доктор технических наук, профессор, заслуженный военный специалист Российской Федерации, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, контр-адмирал Сергей Петрович Алексеев.

После окончания средней школы поступил в ВВМУ им. М.В. Фрунзе, которое окончил с отличием в 1972 г. Затем проходил службу на Северном флоте командиром ЭНГ, командиром штурманской БЧ новейших ракетных подводных крейсеров стратегического назначения (РПК СН) (1972–1977), помощником флагманского штурмана (1977–1981). С 1981 г. по 1983 г. обучался в ВМА им. А.А. Гречко, закончил ее с отличием. В 1983 г. назначен флагманским штурманом дивизии подводных лодок, а затем флагманским штурманом флотилии подводных лодок СФ (1987–1990). В 1984 г. стал председателем Государственной комиссии по испытаниям и приемке на вооружение нового навигационного комплекса для РПК СН. В 1988 и 1990 гг. руководил штурманами трансарктических переходов РПК СН.

Ветеран подразделений особого риска, участник девяти дальних походов, пять из которых проходили подо льдами Арктики.

С 1990 г. С.П. Алексеев – заместитель начальника 9 НИИ ГИ МО.

В 1999 г. назначен начальником Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА С.П. АЛЕКСЕЕВА



института Министерства обороны Российской Федерации, в мае 2012 г. стал президентом ОАО «ГНИНГИ». За время руководства коллективом института Сергей Петрович проявил себя как выдающийся ученый, талантливый руководитель. Он являлся ведущим ученым военно-морского флота в области военной навигации, гидрографии, гидрометеорологии и океанографии. Лично возглавлял исследования по формированию системы взглядов на развитие навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения оборонной и экономической деятельности на море, отвечал

за научное обоснование рационального облика этой системы в современных условиях.

В 2010 г. возглавил важнейшее направление – комплекс морских экспедиционных исследований по определению внешней границы континентального шельфа РФ в Арктике и добился полного выполнения поставленной государством задачи.

С.П. Алексеев – автор 250 печатных трудов, в том числе трех монографий.

Награжден орденами Красной Звезды, «За службу Родине в Вооруженных силах СССР» 3-й степени, медалью «За боевые заслуги» и рядом других наград.

Жизнь Сергея Петровича является примером вдохновенного служения Отечеству. Его смерть – тяжелая утрата для российской науки, военно-морского флота, для всех людей, которым посчастливилось знать этого яркого, умного и талантливого человека.

Руководство и персонал института, коллеги Сергея Петровича по работе глубоко скорбят о его преждевременной кончине и выражают искренние соболезнования родным и близким.

Память о Сергее Петровиче навсегда останется в наших сердцах.

*Руководство, коллеги
и сотрудники ОАО «ГНИНГИ»*

Одним из способов, которые позволяют повысить эффективность работы речных судов на малых глубинах, является создание составных судов (грузовых судов с баржами-приставками). Дело в том, что чем больше груза судно возьмет в конкретных путевых условиях, тем больше эффективность этого судна, поэтому естественно проектировщики стремятся увеличить главные размерения в плане – длину и ширину. Но полностью выбрать максимальные габариты, как правило длину единого корпуса, которые позволяют путевые условия и размеры шлюзов, получается не всегда. Представьте себе несоставное речное судно длиной около 170–200 м при речной осадке в 3,60 м. Понятно, что общая прочность его корпуса обеспечена не будет. Собственно эта причина и определяет интерес к составным судам (прочность составных частей меньшей длины уже обеспечить проще).

Оптимальные характеристики самоходных судов внутреннего и смешанного плавания активно исследуются [4, 14, 15, 19, 21]. Вопросы оптимизации основных характеристик барже-буксирных составов (ББС) и составных судов смешанного река-море плавания рассматривались в основном в советское время [2, 3], сейчас лишь анализируются отдельные проблемы прежде всего толкаемых составов [26], в том числе влияние выбора сцепных устройств на главные характеристики [21, 22]. При этом именно составные суда и ББС [6, 7], по оценкам экспертов, могут стать наиболее активным направлением в речном судостроении.

Цель статьи – разработка современной математической модели определения главных характеристик составов и составных судов с учетом применения «сверхполных» обводов с коэффициентом общей полноты 0,90 и выше, а также с рядом других проектных решений, которые были изложены в [14] и широко применяются при создании нового поколения судов смешанного река-море плавания «Морским Инженерным Бюро».

За основу определения основных характеристик составных судов был взят алгоритм оптимизации, предложенный известным советским инженером, создателем судов типа «Волго-Дон» Б.В. Богдановым [2], а также данные работ [14, 21, 23]. Алгоритм определения главных характеристик составов и составных судов на примере судов «Днепро-макс» класса (рис. 1) целесообразно начинать с выбора главных размерений.

Как известно, для судов внутреннего и смешанного река-море плавания (СВП и ССП) выбор главных размерений полностью зависит от путевых условий [14, 15]. Пример соответствующего анализа путевых условий приведен в [12].

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛАВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОСТАВНЫХ СУДОВ

А.Г. Егоров, мл. науч. сотрудник ЗАО «Морское Инженерное Бюро»,
контакт. тел. (812) 232 8538

На основе анализа путевых условий, который включает в себя анализ прохождения крутых поворотов реки, с оценкой ширины ходовой полосы, занимаемой составом на повороте, можно рекомендовать для самоходного судна смешанного река-море плавания габаритную длину $L_m = 140–145$ м (длину грузовой секции ББС – не более 120–125 м). Общая габаритная длина L_m состава не должна превышать 270 м.

Для оценки габаритной длины L_m состава для конкретного (наиболее крутого) поворота реки на планируемом

участке эксплуатации рекомендуется воспользоваться формулой, предложенной Г.И. Вагановым [3] и используемой Б.В. Богдановым в своем алгоритме [2]:

$$L_m \leq 0,5 \cdot b \cdot \left(\sqrt{\frac{R}{B_p} - \frac{c}{v}} \right),$$

где b – ширина судового хода при повороте реки, м; R – фактический радиус закругления, м; B_p – габаритная ширина состава, м; c – скорость течения в повороте, км/ч; v_p – расчетная скорость прохождения составом рассматриваемого участка, км/ч.

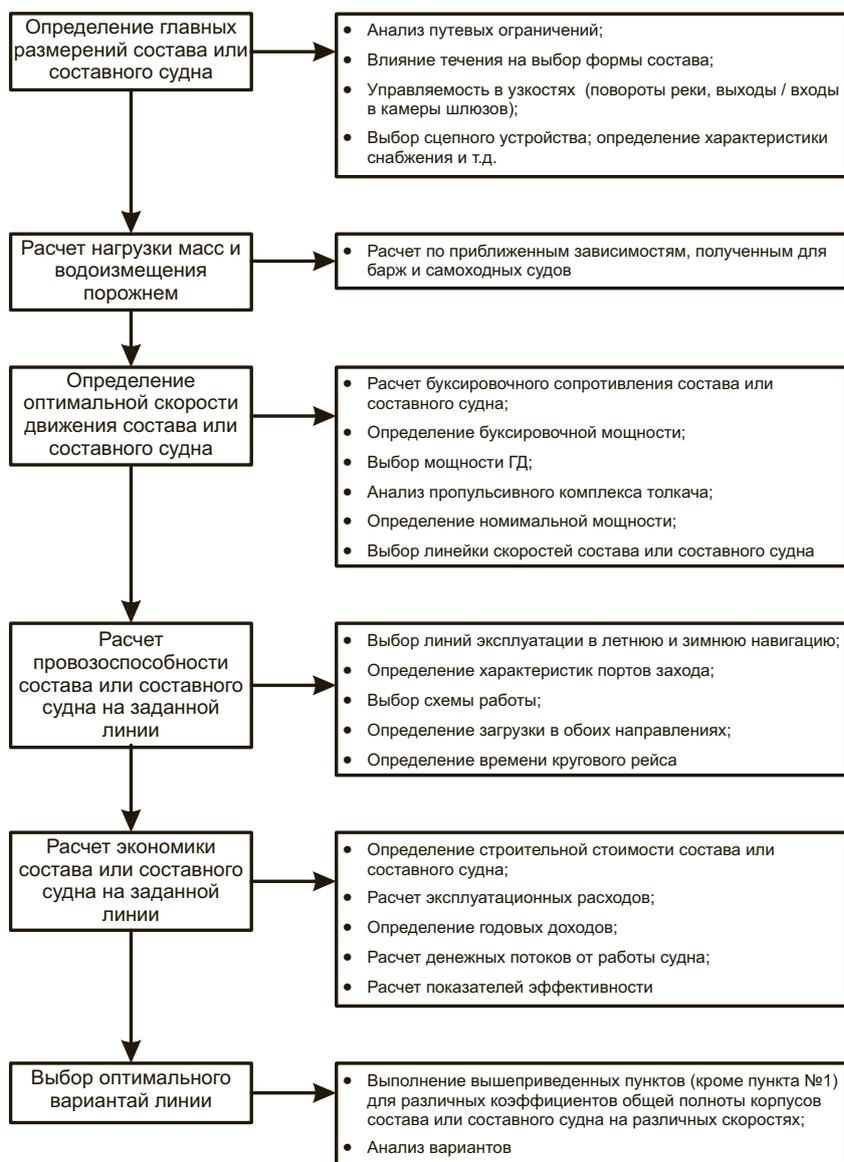


Рис. 1. Структурная схема определения главных характеристик составов и составных судов

Соотношения длин самоходных судов смешанного плавания

Проект	L/L_{pp}	L'/L'_{pp}	L_m/L	L_m/L_{pp}	L_m/L'	L_m/L'_{pp}
003RSD04	1,028	0,976	1,031	1,059	1,09	1,064
005RSD03	1,035	1,029	1,024	1,06	1,029	1,059
005RST01	1,027	1,021	1,018	1,046	1,023	1,044
006RSD02	1,027	1,012	1,016	1,043	1,03	1,042
006RSD05	1,024	1,013	1,015	1,039	1,025	1,038
007RSD07	1,027	1,012	1,011	1,038	1,026	1,048
RSD62	1,025	1,026	1,001	1,026	1,001	1,027
RD63	1,021	1,012	1,011	1,031	1,025	1,037
RSD49	1,015	1,028	1,030	1,045	1,016	1,044
RSD44	1,025	1,025	1,008	1,033	1,008	1,033
RSD32	1,021	1,005	1,023	1,044	1,010	1,016
RSD18	1,021	0,986	1,018	1,039	1,054	1,039
RSD17	1,008	0,976	1,033	1,041	1,074	1,048
RST54	1,019	1,019	1,002	1,021	1,002	1,021
RST27	1,025	1,025	1,002	1,027	1,001	1,026
RST25	1,027	1,027	1,013	1,040	1,014	1,041
RST22M	1,027	1,022	1,013	1,041	1,018	1,041
RST12	1,026	1,024	1,001	1,027	1,002	1,026
Среднее значение	1,0236	1,0132	1,0150	1,0389	1,0249	1,0386

Примечание: L – длина расчетная, L_{pp} – длина между перпендикулярами по ЛГВЛ, L' – длина по ватерлинию при речной осадке, L'_{pp} – длина между перпендикулярами по ватерлинию при речной осадке.

ент общей полноты на заданную осадку, d – расчетная осадка в реке или в море.

Далее выполняется расчет нагрузки масс и водоизмещения порожнем.

Для несамоходных судов нового поколения внутреннего и смешанного плавания постатейный расчет весовой нагрузки приводится в [9], для самоходных судов нового поколения – в [11]. Для более быстрого расчета предлагается считать водоизмещение порожнем $\Delta_{пор}$ несамоходных СВП и ССП через показатель водоизмещения порожнем

$$\delta_{пор} \times \Delta_{пор} = \alpha \times k \times \delta_{пор} \times L \times B \times d$$

и самоходных СВП и ССП

$$\Delta_{пор} = \beta \times \xi \times k \times y \times \delta \times L \times B \times D,$$

где α – коэффициент влияния C_b несамоходных судов,

$$\alpha = \left(\frac{C_b}{C'_b} - 1 \right) \cdot \mu + 1,$$

где $C'_b = 0,89$ – базовый расчетный коэффициент общей полноты; μ – коэффициент весомости металлического корпуса в структуре водоизмещения порожнем ($\mu = 0,78$ для сухогрузных барж, $\mu = 0,85$ для нефтеналивных барж); β – коэффициент влияния C_b самоходных судов,

$$\beta = \left(\frac{C_b}{C'_b} - 1 \right) \cdot \mu + 1,$$

где $C'_b = 0,90$, $\mu = 0,60$ для сухогрузных судов, $\mu = 0,66$ для нефтеналивных судов; ξ и Δ – эмпирические коэффициенты (табл. 2); k – коэффициент, учитывающий особенности конструкции корпуса, при перевозке тяжелых грузов $k = 1,1$, при перевозке стандартных грузов $k = 1$; y – коэффициент, учитывающий тип сцепного устройства и люкового закрытия, при установке «морского» сцепного устройства [10] и / или массивных металлических крышек (на самоходных сухогрузных судах внутреннего и смешанного плавания $y = 1,08$, при отсутствии указанных позиций $y = 1,05$; на несамоходных сухогрузных судах внутреннего и смешанного плавания $y = 1,14$, при отсутствии указанных позиций $y = 1,05$; на самоходных и несамоходных нефтеналивных судах внутреннего и смешанного плавания $y = 1,01$, при отсутствии указанных позиций $y = 1$).

Сравнительный постатейный расчет весовой нагрузки и расчет через показатель водоизмещения порожнем $\Delta_{пор}$ на примере несамоходного судна с ку-

Габаритная ширина B_m судна может быть принята в пределах 16,0–17,2 м (в зависимости от наличия дополнительных подруливающих устройств) и размеров рабочей камеры шлюзов.

Надводный габарит $H_{нт}$ судна определяется ограничениями по проходам под мостами и линиями электропередач. Например, для работы на второй грузовой район порта Ростов-на-Дону – ковш Александровский наибольший надводный габарит $H_{нт}$ будет равен 14,0 м. Для работы по Днепру не выше Запорожья $H_{нт} = 16,7$ м, выше Запорожья до Кременчуга – 14,5 м, для работы выше Кременчуга – 12,8 м, а выше Запорожья без ожидания разводки Кременчугского и Днепропетровского двухъярусного мостов – 8,57 м.

Рабочий теоретический диапазон осадок d изменяется в пределах 3,00–4,50 м (рекомендуется учитывать при планировании работы судна как на экспортно-импортных, так и на каботажных перевозках).

Минимальная высота надводного борта $h_{мин}$ рассчитывается по Правилам классификационных обществ (КО) или Международной конвенции (МК) о грузовой марке (если судно будет совершать международные рейсы) в зависимости от выбранного класса судна. Как правило, для судов смешанного река-море плавания высота борта D назначается в пределах 5–6,5 м.

Переход от габаритных значений длины L_m к различным вариациям для самоходных судов смешанного плавания на начальном этапе проектирования можно осуществлять через коэффициенты, приведенные в табл. 1 (автор уточнил данные книги [14]).

Для несамоходных судов смешанного плавания рекомендуется осуществлять переход к расчетной длине через коэффициент $L_m/L = 1,0105$. Целесообразно предусматривать примерно по 10–15 см с каждого борта на привальный брус, таким образом, расчетная ширина $B = B_m - 0,2$.

Пример общего расположения составного судна проекта RSD67+RDB67 приведен на рис. 2.

После определения главных размеров рассчитывается водоизмещение в грузу каждого транспортного средства, входящего в состав $\Delta_i = \gamma \cdot C_b \times L \times B \times d$, где γ – плотность воды, т/м³, C_b – коэффициент

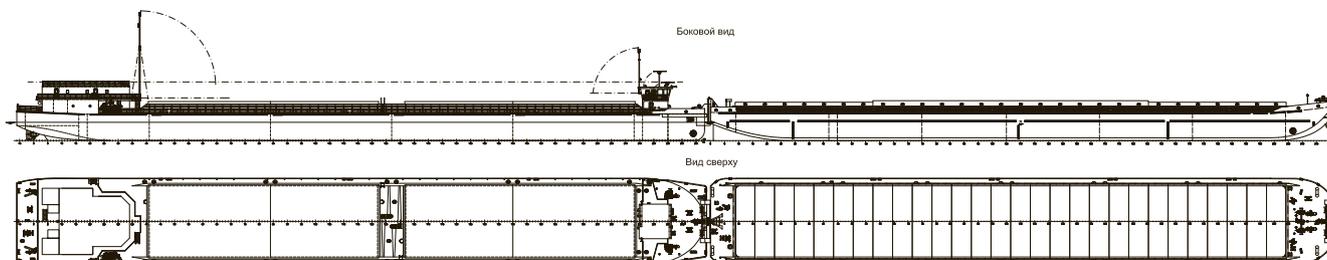


Рис. 2. Общее расположения составного судна проекта RSD67+RDB67

Показатель водоизмещения несамоходных судов порожнем $\delta_{пор}$ (т/м³) и показатель δ для самоходных судов

Тип судна	Зависимость	Значение коэффициента ξ
Сухогрузное самоходное	Значение $\delta = 0,17$ для PPP классов; $\delta = 0,191$ для PC классов	0,45(Л), 0,55 (Р), 0,64 (О), 0,7 (М), 0,75 (О-ПР), 0,81 (М-ПР), 0,91 (М-СП), 0,85 (R3-RSN), 0,88 (R3), 0,93 (R2-RSN), 0,95 (R2), 1,03 (R1)
Нефтеналивное самоходное	Значение $\delta = 0,139$ для PPP классов; $\delta = 0,161$ для PC классов	0,53(Л), 0,63 (Р), 0,72 (О), 0,78 (М), 0,83 (О-ПР), 0,84 (М-ПР), 0,98 (М-СП), 1,00 (R3-RSN), 1,02 (R3), 1,04 (R2-RSN), 1,05 (R2), 1,13 (R1)
Сухогрузная баржа-площадка	$\xi - 9 \cdot 10^{-6}LBD + 4 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса Л); $\xi - 1 \cdot 10^{-5}LBD + 4 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса Р); $\xi - 1 \cdot 10^{-5}LBD + 2 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О, М); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 9 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О-ПР, М-ПР, М-СП); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 8,5 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса R3-RSN, R3, R2-RSN, R2); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 8,3 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса R1)	0,1269 (Л), 0,1508 (Р), 0,19 (О), 0,195 (М), 0,2261 (О-ПР), 0,2285 (М-ПР), 0,231 (М-СП), 0,24 (R3-RSN), 0,242 (R3), 0,2436 (R2-RSN), 0,2445 (R2), 0,2481 (R1)
Сухогрузная бункерная баржа	$\xi - 5 \cdot 10^{-6}LBD + 2 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса Р); $\xi - 8 \cdot 10^{-6}LBD + 3 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса Р, тяжеловесные грузы); $\xi - 7 \cdot 10^{-6}LBD + 2 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О); $\xi - 8 \cdot 10^{-6}LBD + 2 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О, тяжеловесные грузы); $\xi - 7 \cdot 10^{-6}LBD + 2 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса М); $\xi - 9 \cdot 10^{-6}LBD + 3 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса М, тяжеловесные грузы);	0,1 (Р), 0,1447 (Р, тяжеловесные), 0,1233 (О), 0,1799 (О, тяжеловесные), 0,1465 (М), 0,2033 (М, тяжеловесные)
Сухогрузная трюмная баржа	$\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 1,3 \cdot 10^{-9}(LBD)^2$ (для класса Л); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 1 \cdot 10^{-9}(LBD)^2$ (для класса Р); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 7,7 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 7 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса М); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 6 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О-ПР); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 6,5 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса М-ПР, М-СП); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 7,8 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса R3-RSN, R3, R2-RSN, R2, R1)	0,11 (Л), 0,1545 (Р), 0,205 (О), 0,22 (М), 0,24 (О-ПР), 0,245 (М-ПР), 0,248 (М-СП), 0,26 (R3-RSN), 0,262 (R3), 0,265 (R2-RSN), 0,27 (R2), 0,275 (R1)
Нефтеналивная баржа	$\xi - 3 \cdot 10^{-5}LBD + 2 \cdot 10^{-9}(LBD)^2$ (для класса Л); $\xi - 3 \cdot 10^{-5}LBD + 1,9 \cdot 10^{-9}(LBD)^2$ (для класса Р); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 7 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса О, М, О-ПР, М-ПР, М-СП); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 6,5 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса R3-RSN, R3); $\xi - 2 \cdot 10^{-5}LBD + 6 \cdot 10^{-10}(LBD)^2$ (для класса R2-RSN, R2, R1);	0,15 (Л), 0,185 (Р), 0,22 (О), 0,227 (М), 0,23 (О-ПР), 0,24 (М-ПР), 0,245 (М-СП), 0,26 (R3-RSN), 0,262 (R3), 0,287 (R2-RSN), 0,297 (R2), 0,312 (R1)

бическим модулем $\times L \times B \times D = 11134 \text{ м}^3$ показал хорошую сходимость результатов, разница составила менее 4% [9]. Для оценки весовой нагрузки самоходных ССП рекомендуется использовать постаейный метод [11].

Показатель водоизмещения порожнем $\Delta_{пор}$ для несамоходных СВП и ССП можно определять по формулам, приведенным в табл. 2. Кроме того, в этой таблице приведены значения коэффициентов ξ и Δ для самоходных СВП и ССП.

Чистая грузоподъемность несамоходного судна определяется по стандартной формуле $P_{гр} = \Delta - \Delta_{пор}$, т. Дедвейт самоходного судна $dwt = \Delta - \Delta_{пор}$, т, грузоподъемность $P_{гр} = dwt - P_{зан}$, т, где $P_{зан}$ – масса переменных грузов, т.

Оценку оптимальной скорости движения состава или составного судна можно выполнять различными способами и методами. Помимо испытаний в опытовом бассейне, для определения буксировочной P_i и номинальной (потребной) мощности N_E используют CFD моделирование, а на ранней стадии – статистические методы Холтропа и его модификации. Для составов и составных судов внутреннего и смешанного плавания можно использовать методику, предложенную Б.В. Богдановым [2], с соответствующими корректировками, вызванными наличием уточненной статистической базы по новым и существующим проектам.

Определение скорости движения состава и составного судна состоит в нахождении необходимой номинальной мощности N_E и сравнении ее с мощнос-

тью проектируемого судна-толкача или буксира-толкача $N_{МДМ}$. Допустимой скоростью движения v является такая, при которой $N_E \leq N_{МДМ}$. Безусловно, можно использовать полученное значение N_E как итог выполнения поставленной задачи и выбора оптимальной скорости, однако в этом случае теряется возможность «привязки» проектируемого несамоходного флота к существующей тяге, поэтому предлагается универсальный вариант, который будет работать как для проектируемой тяги, так и для существующей.

Расчет буксировочного сопротивления R_i выполняется для порожнего и груженого вариантов как в реке, так и в море (для судов смешанного река-море плавания). Для одиночной баржи и судна-толкача рекомендуется считать по известной формуле $R_i = \frac{\gamma}{2} \cdot \zeta \cdot \Omega \cdot v^2$, кН, где ζ – коэффициент сопротивления, Ω – смоченная поверхность для груженой баржи или судна-толкача или $\Omega_{пор}$ – для порожних, м². Для двух однотипных барж, учаленных в кильватер, $R_i = \frac{\gamma}{2} \cdot \epsilon \cdot \zeta \cdot \Omega \cdot v^2$, кН, где ϵ – коэффициент влияния корпусов двух барж, $\epsilon = 1,18$ для груженных и 1 для порожних. При $C_b > 0,90$ для ССП рекомендуется вводить дополнительный поправочный коэффициент на «сверхполноту» ϕ в расчет R_i : при диапазоне скоростей до 10,5 уз $\phi = 1$, так как при относительно малых скоростях хода и характерных для исследуемых судов значительных L/B «большая» полнота не оказывает реального дополнительного влияния на сопротивление, при 10,5–11,0 уз $\phi = 1,07$,

при 11,0–11,5 уз $\phi = 1,16$, при 11,5–12 уз $\phi = 1,29$, при 12–12,5 уз $\phi = 1,40$.

По аналогии с алгоритмом Б.В. Богданова [2] определяются:

– смоченная поверхность Ω баржи в грузу и в случае проектирования составного судна судна-толкача в грузу $\Omega = \left(0,077 \cdot \frac{L}{d} + 5,1\right) \cdot \left(\frac{\Delta}{\gamma}\right)^{2/3}$, м². Здесь и далее расчет для двух однотипных барж будет проводиться как для одного объекта с учетом корректировки на взаимодействие корпусов [1, 2, 16];

– средняя осадка порожней баржи $d_{пор} = \frac{\Delta_{пор}}{0,97 \cdot \gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B}$, м, средняя осадка порожнего судна-толкача

$$d_{пор} = \frac{\Delta_{пор}}{0,835 \cdot \gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B}, \text{ м};$$

– длина по ватерлинию порожней баржи и судна-толкача $L_{пор} = 0,95 \times L$;

– смоченная поверхность $\Omega_{пор}$ порожней баржи

$$\Omega_{пор} = \left(0,068 \cdot \frac{L_{пор}}{d_{пор}} + 5,1\right) \cdot \left(\frac{\Delta_{пор}}{\gamma}\right)^{2/3}$$

и судна-толкача

$$\Omega_{пор} = \left(0,077 \cdot \frac{L_{пор}}{d_{пор}} + 5,1\right) \cdot \left(\frac{\Delta_{пор}}{\gamma}\right)^{2/3}$$

Для барж, учаленных в кильватер, $L = \sum L_i$, м, $L_{пор} = \sum L_{pori}$, м.

Коэффициент сопротивления

$$\zeta = \zeta_{тр} + \zeta_{ост} + \zeta_{выст} + \zeta_{аэро},$$

где $\zeta_{тр}$ – коэффициент сопротивления трения, $\zeta_{ост}$ – коэффициент остаточного сопротивления, $\zeta_{выст}$ – коэффициент, учитывающий шероховатости, неров-

ности и выступающие части, $\zeta_{\text{аэро}}$ – аэродинамическая надбавка.

По данным испытаний для современных обводов судов смешанного плавания [17, 18] можно принять $\zeta_{\text{аэро}} = 0,01 \times 10^{-3}$, $\zeta_{\text{выст}} = 0,044 \times 10^{-3}$ (для двухвинтовых судов).

Коэффициент сопротивления трения $\zeta_{\text{тр}}$ можно определять по формуле

$$\text{Прандтля-Шлихтинга } \zeta_{\text{тр}} = \frac{0,455}{(\lg \text{Re})^{2,58}},$$

где $\text{Re} = \frac{v \cdot L}{\nu}$ – число Рейнольдса;

ν – кинематическая вязкость жидкости, для ССП можно принимать в расчетах на начальных этапах проектирования $\nu = 1,19 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Коэффициент остаточного сопротивления $\zeta_{\text{ост}}$ можно определять через базисный коэффициент остаточного сопротивления $\zeta'_{\text{ост}}$ [2]

$$\zeta_{\text{ост}} = \zeta'_{\text{ост}} \cdot \left[\left(\frac{5 \cdot B}{L} \right)^{5/4} + \left(\frac{3 \cdot d}{B} \right)^{1/2} - 1 \right]$$

для несамоходных и самоходных судов ССП с простыми обводами корпуса,

$$\zeta_{\text{ост}} = \zeta'_{\text{ост}} \cdot \left[\left(\frac{5,5 \cdot B}{L} \right)^{5/4} + \left(\frac{4,5 \cdot d}{B} \right)^{1/2} - 1 \right] -$$

со сложными обводами, которые значительно влияют на обтекание корпуса жидкостью (высокая вероятность отрыва потока), где

$$\zeta'_{\text{ост}} = (\zeta'_{\text{ост}})_{0,80} + 10 \cdot \left[(\zeta'_{\text{ост}})_{0,90} - (\zeta'_{\text{ост}})_{0,80} \right] \times (C_b - 0,80).$$

При $\text{Fr} = \frac{v}{\sqrt{gL}} < 0,16$

$$(\zeta'_{\text{ост}})_{0,90} = 2,25 \cdot 10^{-3} + 10^{-2} \cdot (\text{Fr} - 0,10),$$

$$(\zeta'_{\text{ост}})_{0,80} = 1,00 \cdot 10^{-3} + 3,33 \cdot 10^{-3} \cdot (\text{Fr} - 0,10).$$

При $\text{Fr} \geq 0,16$

$$(\zeta'_{\text{ост}})_{0,90} = 2,85 \cdot 10^{-3} + 3,83 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Fr} - 0,16),$$

$$(\zeta'_{\text{ост}})_{0,80} = 1,2 \cdot 10^{-3} + 1,17 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Fr} - 0,16).$$

После определения буксировочного сопротивления R_t находят буксировочную мощность P_t для всего рассматриваемого диапазона скоростей: $P_t = R_t \cdot v$, кВт.

Если рассчитывается составное судно, то буксировочные мощности судна-толкача и баржи / барж суммируются с учетом коэффициента В.В. Звонкова [2, 16] $P_t^c = \sum P_{ti} \cdot C_z$, где C_z можно принять равным 0,78 для составного судна в грузу, в котором «с нуля» проектируются и баржа, и судно-толкач, и 0,85 для составного судна порожнем. Для состава с буксиром-толкачем, если буксир-толкач специально не проектируется под баржу, рекомендуется получать P_t^c путем суммирования $\sum P_{ti}$ без учета C_z .

Номинальную мощность N_E можно рассчитать как классическим способом, через определение пропульсивного коэффициента η , так и через данные судов-прототипов с однотипным пропульсивным комплексом. Для судов ис-

следуемого класса по результатам испытаний двухвальных судов-прототипов были найдены коэффициенты пересчета с P_t^c на N_E с учетом 15% морского запаса. В случае проектирования судна с одновальной установкой полученное значение N_E необходимо умножить на 0,85. Номинальную мощность N_E буксиров-толкачей можно оценивать по прототипам либо по имеющимся в открытом доступе данным по испытаниям существующих судов [2, 3, 25]. К примеру, для буксира-толкача, входящего в состав «Волго-макс» или «Днепро-макс» класса (что собственно идентично), в качестве основного прототипа для расчета буксировочного сопротивления R_t и буксировочной P_t и номинальной N_E мощностей использовались данные испытаний современного буксира-толкача.

В случае необходимости учета влияния мелководья на скорость движения состава или составного судна можно применять критерий Фомкинского [2]

$$v_m = \frac{v}{\sqrt{1+2\Pi^2}}, \text{ где } \Pi = \left(\frac{7 \cdot B}{L_c} \right)^{0,25} \cdot \frac{0,089 \cdot v \cdot d^{0,5}}{h},$$

где L_c – суммарная длина состава или составного судна, м, h_t – глубина судового хода, м.

Модели расчета провозоспособности состава или составного судна исследуемого класса для заданной линии были приведены автором в [8].

После определения провозоспособности выполняется расчет экономики, включающий в себя оценку строительной стоимости состава или составного судна, расчет эксплуатационных расходов, определение годовых доходов, расчет денежных потоков от работы судна, расчет показателей эффективности [5, 13]. Подробнее алгоритм расчета экономики для судов «Днепро-макс» класса представлен в [20].

Оценивать строительную стоимость нового судна можно по классической схеме, с расчетом трудоемкости, стоимости расходных материалов, машин и механизмов и т.д., но такие «самостоятельные» расчеты дают очень приблизительную оценку. Поэтому целесообразно делать привязку к существующему действующему судостроительному заводу, что дает достаточно точную оценку стоимости реализации проекта на сегодняшний день.

Расчет эксплуатационных расходов должен включать в себя следующие статьи расходов для всех судов состава:

- расходы на содержание экипажа R_1 (зарплата, расходы на продовольствие, дополнительные – репатриация, транспортные и т.д.);
- отчисления на социальные мероприятия R_2 ;
- расходы на ремонт R_3 ;
- расходы на снабжение R_4 (инвентарь, пресная вода, масло, техническое

обслуживание механизмов во время рейса, бытовые товары и т.д.);

- расходы на страхование R_5 (имущества, от убытков, корпуса и механизмов);
- портовые сборы в национальных и иностранных портах (если планируется), сборы за шлюзование, разводку мостов, разрешения для захода в речные порты для судов под иностранным флагом (если планируется) R_6 (корабельный, причальный, каналный, маячный, якорный, санитарный, за услуги Поста регулирования движения судов, административный, швартовый, за работу буксиров при швартовке/отшвартовке, за лоцманскую проводку);

– расходы на топливо R_7 (при этом в расчетах необходимо учитывать разницу в расходах при работе в реке и в море из-за различного полного сопротивления состава или составного судна);

- административно-управленческие и общеэксплуатационные расходы R_8 ;
- прочие расходы R_9 .

Общие годовые эксплуатационные расходы $R^{\text{общ}} = \sum R_i$ включают в себя все составляющие, отмеченные выше в статье. При оценке расходов можно учитывать данные, указанные в [20], а также данные судоходной / судоходных компаний, оперирующих судами смешанного плавания.

Годовые доходы судна определяют как $D = (f_1 \cdot Q_1 + f_2 \cdot Q_2) \cdot n_p^1 + (f_3 \cdot Q_1 + f_4 \cdot Q_2) \cdot n_p^2$, где $f_{1,2}$ – тарифная (фрахтовая) ставка за перевозку 1 т груза соответственно в прямом и обратном направлении во время летней навигации; Q_1^1, Q_2^1 – количество груза, перевезенного в прямом и обратном направлении за рейс во время летней навигации; n_p^1 – количество рейсов в год во время летней навигации; $f_{3,4}$ – тарифная (фрахтовая) ставка за перевозку 1 т груза соответственно в прямом и обратном направлении во время зимней навигации; Q_1^2, Q_2^2 – количество груза, перевезенного в прямом и обратном направлении за рейс во время зимней навигации; n_p^2 – количество рейсов в год во время зимней навигации.

Финансовый результат за год работы состава или составного судна $P = D - R^{\text{общ}}$.

Этот параметр включает в себя и амортизационные отчисления, которые могут быть использованы компанией-владельцем для обновления основных фондов. Абсолютным показателем экономической эффективности строительства состава или составного судна является финансовый результат за весь срок его эксплуатации.

Отсутствие информации о конкретных условиях эксплуатации судна в течение этого срока не позволяет спрогнозировать финансовый результат на каж-

дый год. В связи с этим представляется что в каждом году он будет равняться P_1 .

Поскольку оценка эффективности инвестиций выполняется для конкретной компании, которая и вкладывает эти инвестиции, необходимо будет определить те средства, которые останутся у нее после уплаты налога на прибыль $\tilde{P}_t = P - N_t$, где \tilde{P}_t – чистая прибыль в году t ; N_t – налог на прибыль в году t .

Налог на прибыль по действующему законодательству составляет $N_t = k \cdot (P - A_t)$, где k – налоговая ставка; A_t – годовые амортизационные отчисления в году t .

Амортизационные отчисления $A_t = N_{ам} \cdot S_t$, где $N_{ам}$ – годовая норма амортизации; S_t – остаточная стоимость судна в году t .

Для учета рисков, связанных с фактором времени, необходимо определить настоящую стоимость будущих денежных потоков $\tilde{P}_t^d = d_t \cdot \tilde{P}_t$, где \tilde{P}_t^d – дисконтированный денежный поток в году t ; d_t – коэффициент дисконтирования в году t .

Коэффициент дисконтирования

$$d_t = \frac{1}{(1 + C_d)^t},$$

где C_d – ставка дисконтирования.

Расчет денежных потоков проще всего выполнять в табличной форме со столбцами: год, прибыль P , амортизационные отчисления A_t , налог на прибыль N_t , чистая прибыль \tilde{P}_t , коэффициент дисконтирования d_t , дисконтированный денежный поток \tilde{P}_t^d , суммарный дисконтированный денежный поток $\sum \tilde{P}_t^d$ (пример расчета см. в [5]).

В качестве основного относительного показателя для оценки экономической эффективности строительства обычно используется срок окупаемости проекта.

Также можно определять дополнительные показатели эффективности реализации проекта:

– продуктивность труда экипажа состава или составного судна $\Pi_{пр} = \frac{D^{общ}}{n_{эк}}$;

– продуктивность 1 т грузоподъемности за сутки эксплуатации в период летней

навигации $\Pi_1^1 = \frac{Q^1 L^1}{D_{ч2} \cdot T_e^1}$, т-мили/тнж-сут;

– продуктивность 1 т грузоподъемности за сутки эксплуатации в период зимней

навигации $\Pi_1^2 = \frac{Q^2 L^2}{D_{ч1} \cdot T_e^2}$, т-мили/тнж-сут;

– фондоотдача $F = \frac{D^{общ}}{K}$.

После получения конкретных данных по рассматриваемому варианту состава или составного судна с назначенным коэффициентом общей полноты C_b и диапазоном скоростей целесообразно обсчитать несколько вариантов составов или составных судов с теми же главны-

ми размерениями, но различными C_b и выбрать оптимальный вариант решения для конкретной линии: перевезти больше груза за рейс с относительно большим расходом топлива либо перевезти меньше груза, но с меньшими расходами, и на каких именно скоростях это выгоднее осуществлять при заданной мощности судна-толкача или буксира-толкача.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье приведена математическая модель определения главных характеристик составного судна и состава смешанного река-море плавания, которая используется для предварительного проектирования судов нового поколения.

Для достижения максимального экономического эффекта главные размерения необходимо выбирать максимально возможными в заданных путевых условиях и по условию достаточной управляемости по аналогии с самоходными ССП. При этом состав или составное судно должно проходить любой шлюз на рассматриваемой линии без переформирования.

Назначение оптимального класса по конкретному району плавания обеспечивает минимизацию массы судна порожнем. С учетом выбора максимально возможного по фактическим условиям эксплуатации коэффициента общей полноты C_b это позволяет увеличить грузоподъемность состава при ограниченных речных осадках. По данным модельных испытаний, CFD моделирования и реальной эксплуатации при скоростях до 10 уз влияние «сверхполноты» на расходы незначительное.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Басин А.М.* Гидродинамика судна. – Л.: Речной транспорт, 1961. – 684 с.
2. *Богданов Б.В., Алчуджан Г.А., Жинкин В.Б.* Проектирование толкаемых составов и составных судов. – Л.: Судостроение, 1981. – 224 с.
3. *Ваганов Г.И.* Эксплуатация секционных составов. – М.: Транспорт, 1974. – 192 с.
4. *Видецкий А.Ф.* Технично-эксплуатационные качества судов смешанного плавания. – М.: Транспорт, 1974. – 271 с.
5. *Егоров А.Г.* Оценка эффективности эксплуатации перспективного барже-буксирного состава «Днепро-макс» класса // Вестник ОНМУ. – Одесса: ОНМУ. – 2012. – Вып. 36 (3). – С. 35–54.
6. *Егоров А.Г.* Классификация толкаемых составов водного транспорта // Проблемы техники. – 2013. – №3. – С. 76–92.
7. *Егоров А.Г.* Концепты сухогрузных судов река-море для Днепра и Дуная // Порты Украины. – 2012. – №9 (121). – С.14–18.
8. *Егоров А.Г.* Модели эксплуатации составов смешанного река-море плавания // Морской вестник. – 2015. – №1 (53). – С. 101.–107.
9. *Егоров А.Г.* Оценка массы корпуса грузовых судов смешанного плавания на стадии эскизного проектирования. – Тр. НТК по СМК «Бубновские чте-

- ния–2014», посвященной 110-летию кафедры СМК СПбГМТУ. – СПб: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2014, с. 142.
10. *Егоров А.Г.* Анализ сцепных устройств для толкания морских и речных составов // Вестник ОНМУ. – Одесса: ОНМУ. – 2014. – Вып. 3 (42). – С. 54–71.
11. *Егоров А.Г.* Определение весовой нагрузки судов смешанного «река-море» плавания нового поколения в начальной стадии проектирования // Морской вестник – 2013 – №4 (48) – С. 19–22.
12. *Егоров А.Г.* Главные характеристики корпусов судов «Днепро-макс» класса. – Тр. НТК по СМК памяти акад. Ю.А. Шиманского. – СПб.: Крыловский государственный научный центр, 2013, с. 34–36.
13. *Егоров А.Г.* Исследование перспективного барже-буксирного состава «Днепро-макс» класса. – Тр. НТК по СМК памяти проф. П.Ф. Папковича. – СПб.: Крыловский государственный научный центр, 2012, с. 44–45.
14. *Егоров Г.В.* Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
15. *Егоров Г.В., Егоров А.Г.* Основные принципы проектирования судов смешанного река-море плавания // Судостроение и морская инфраструктура (Shipbuilding and Marine Infrastructure). – 2014. – №2 (2). – С. 48–62.
16. *Звонков В.В.* Судовые тяговые расчеты. – М.: Речной транспорт, 1956. – 323 с.
17. Исследование ходовых качеств судна смешанного река-море плавания: Техн. отчет ДМТ-10-014. – Одесса: ДМТ, 2010. – 37 с.
18. Исследование ходовых и мореходных качеств танкера смешанного река-море плавания нового поколения: отчет о проведении научно-исследовательской работы №45583. – СПб.: Крыловский государственный научный центр, 2010. – 128 с.
19. *Кочнев Ю.А.* Оптимизация главных элементов и доминирующих признаков архитектурно-конструктивного типа танкеров смешанного (река-море) плавания: Дисс. канд. техн. наук / Волжская государственная академия водного транспорта, Н.Новгород, 2011. – 200 с.
20. *Лисова И.Д., Ярова Н.В.* Методические указания по выполнению расчета экономической эффективности... – Одесса, 2005, 15 с.
21. *Лобастов В.П.* Особенности проектирования транспортных систем смешанного (река-море) сообщения. – Тр. НТГУ им. Р.Е.Алексеева, 2010, №3 (82), с. 180–185.
22. *Лобастов В.П., Заякин В.Н., Котов Г.П.* Разработка требований к сцепным устройствам толкаемых составов смешанного плавания. – Науч.-техн. отчет. Ч. I, II. – Н.Новгород. Российский Речной Регистр, 1999.
23. *Поселов В.И.* Выбор на ЭВМ оптимальных элементов грузовых судов внутреннего плавания. – Л.: Судостроение, 1978. – 76 с.
24. *Поселов В.И., Плащенкова В.А.* Транспортные несамоходные суда. – М.: Транспорт, 1987. – 192 с.
25. Справочник по серийным речным судам. – В 12 т. – М.: Транспорт.
26. Толкаемые составы смешанного река-море плавания – решение важнейших проблем водного транспорта России / Б.А. Атлас, М.И. Войников, А.Д. Гофман, А.К. Иванов, В.В. Немцев, П.Н. Крюков, К.В. Слатин // Судостроение. – 2010. – №3. – С. 18–22. ■

Актуальность темы статьи определена Стратегией развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. [1], которая разработана во исполнение Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу [2].

Учитывая все возрастающую интенсивность использования акваторий северных морей, в том числе и в военных целях, федеральные органы исполнительной власти уделяют значительное внимание развитию системы комплексной безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Одним из элементов обеспечения безопасности в Арктике является федеральная система поисково-спасательного обеспечения (ПСО) морской деятельности (МД) РФ, обеспечивающая поиск и спасение людей и объектов морской деятельности на море и водных объектах. Морской доктриной РФ на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ 27.07.2001 г. [3], предусмотрено совершенствование существующей системы поиска и спасения людей на море, основанной на взаимодействии федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ), имеющих в ведении и в сфере деятельности силы и средства спасания.

Следует отметить, что спасание экипажей аварийных подводных лодок (ПЛ) подо льдами – проблема, до сих пор не решенная в мировой практике вследствие того, что проведение поисково-спасательных операций в районе Северного Ледовитого океана сталкивается с существенным природным барьером – наличием над большей частью водного пространства Арктики ледовых полей.

Известны неоднократные походы подо льдами Арктики ПЛ ВМС США, Великобритании и ВМФ СССР и России. Например, по заказу Геологического общества США для исследований Арктики в рамках программы SCICEX использовались АПЛ «Pargo» в 1993, «Cavalla» в 1995, «Pogy» в 1996, «Archerfish» в 1997 гг. Больше половины времени похода АПЛ находились под паковыми льдами. «Alexandria» (USA) и «Tireless» (GB) в 2007 г. предприняли длительный совместный поход под паковыми льдами с всплытием на Северном полюсе.

Необходимо отметить, что все эти походы имели существенную особенность: в случае возникновения аварийной ситуации на ПЛ подо льдом экипажу предстояло бы решать проблемы спасания корабля самостоятельно без соответствующих условий аварии сил и средств ПСО. Даже при обеспечении

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ СПАСАНИЯ ЭКИПАЖА АВАРИЙНОЙ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ ПОДО ЛЬДАМИ

Ю. А. Берков, канд. воен. наук, ст. науч. сотрудник НИИ спасания и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»,
В. Н. Илюхин, д-р. техн. наук, проф., председатель «Ассоциации развития поисково-спасательной техники и технологий»,
А. В. Овчинников, канд. техн. наук, начальник Науч.-исслед. управления НИИ спасания и подводных технологий,
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»,
контакт. тел. (812) 422 4264, +7 (921) 927 8501

их деятельности атомными ледоколами проводка ПЛ в условиях сложной ледовой обстановки не всегда возможна. Кроме того, наличие дрейфа и подвижки льдов исключает возможность использования со спасательных судов водолазов и телеуправляемых средств. Существующий комплекс спасательных средств ПЛ при наличии ледового покрова не может быть использован теми способами, которые применяются в условиях отсутствия льда.

В случае аварии ПЛ под паковыми льдами Арктики наиболее очевидным средством спасания является спасательный глубоководный аппарат (СГА), доставляемый подводным носителем. Приоритет в создании подводных носителей СГА по праву принадлежит нашей стране.

В 1962 г. во время испытаний впервые в мировой практике была проведена стыковка и расстыковка доставленного экспериментальной спасательной ПЛ пр. 666 управляемого подводного снаряда с другой ПЛ со шлюзованием подводников «сухим» способом в подводном положении. При переоборудовании серийной ПЛ пр. 613 под ПЛ пр. 666 на ней была размещена поточно-декомпрессионная камера для спасения по «мокрому» способу с размещением основного обслуживающего оборудования в первом отсеке за счет снятия всего торпедного вооружения и казенных частей носовых торпедных аппаратов (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальная спасательная подводная лодка пр. 666

В октябре 1967 г. было начато проектирование спасательного подводного снаряда пр. 1837. При этом предусматривалась эксплуатация спасательно-подводного снаряда со специально

спроектированной ЦКБ «Лазурит» спасательной ПЛ (СПЛ) пр. 940 (рис. 2) и с ПЛ других проектов после их соответствующего дооборудования.



Рис. 2. Спасательная подводная лодка пр. 940

Оснащенная двумя спасательными аппаратами пр. 1837 и комплексом водолазного оборудования СПЛ пр. 940 явилась принципиально новым типом корабля в системе поисково-спасательных и подводных работ. Она предназначалась для спасения личного состава аварийной ПЛ как «мокрым», так и «сухим» способом и обеспечивала подготовку ее к подъему. При этом спасение личного состава аварийной ПЛ «сухим» способом можно было проводить с помощью спасательных подводных снарядов на глубинах вплоть до 500 м, а спасение «мокрым» способом с помощью водолазов и водолазного комплекса – на глубинах до 120 м.

Общая компоновка ПЛ была выполнена с учетом создания условий для безопасной транспортировки, посадки и всплытия СГА (пр. 1837, 1837К и 1855) и для создания надлежащих условий обитаемости личному составу и 50 спасенным подводникам. Первый и единственный случай применения спасательной подводной лодки пр. 940 по прямому назначению имел место в 1981 г. Шестерых наиболее слабых из 16 подводников первого отсека ПЛ С-178 пр. 613В, затонувшей на глубине 31 м, в сопровождении водолазов «мокрым» способом перевели в спасательную ПЛ. Декомпрессионной болезни

у этих спасенных в отличие от других не возникло.

В 1998–2002 гг. АПЛ «Los Angeles», «Philadelphia», «Dallas», «La Jolla», «Buffalo», «Charlotte» и «Greenville» были переделаны в носители спасательных аппаратов типа DSRV и предназначены для быстрой доставки непосредственно к аварийной ПЛ спасательного аппарата. На международных учениях Pacific Reach 2002 АПЛ «La Jolla» доставила СГА к корейской ПЛ, которая лежала на грунте на глубине 50 м. DSRV-1 несколько раз выполнял стыковку к ПЛ и фактически доставлял подводников на спасательное судно передового развертывания «Safeguard» или на японское спасательное судно «Тикайя» (рис. 3).



Рис. 3. АПЛ США «La Jolla» SSN-701 с аппаратом DSRV

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что за рассматриваемый период в мировой практике накоплен определенный опыт переоборудования боевых ПЛ в носители спасательных аппаратов для их быстрой доставки непосредственно к аварийной ПЛ и создания единственной в мире спасательной ПЛ. К основному недостатку последней следует отнести ограничение по скорости доставки СГА, а к основному недостатку переоборудованных ПЛ-носителей спасательных аппаратов – неспособность самостоятельно оказывать помощь экипажу аварийной ПЛ, в том числе проведения декомпрессии спасаемых из отсеков под давлением. В условиях Арктики доставка спасательных аппаратов подводными носителями к аварийной ПЛ еще не гарантирует спасение экипажа ввиду отсутствия возможности быстрого подхода надводных спасательных судов со специализированными глубоководными водолазными комплексами (типа спасательного судна пр. 21300) или судов спасательной системы НАТО (NSRS).

В настоящее время основу поисково-спасательного обеспечения ВМФ России для спасения экипажей аварийных ПЛ составляют спасательные суда (СС) со спасательными глубоководными аппаратами. Однако эти суда, в том числе и пр. 21300 «Игорь Белюсов», не только не способны выполнять спасательные операции в районах, покрытых сплошным льдом, что весьма актуально для полярных акваторий России, но и на свободной воде имеют

существенные потери во времени при волнении моря более 3–4 баллов из-за ограничений при использовании спуско-подъемного устройства СГА. Потери времени могут существенно снизить вероятность успешного спасения подводников, находящихся как правило, в отсеке аварийной ПЛ под избыточным давлением воздуха.

В то же время проектом Концепции развития поисково-спасательного обеспечения ВМФ на период до 2025 г. [4] предусмотрены разработка и создание средств спасания в Арктике, в том числе подо льдом, с учетом использования ПЛ.

В качестве полноценного спасательного средства, независимого от волнения моря и наличия льдов, может рассматриваться спасательная АПЛ. По функциональному эффекту такая ПЛ может превосходить СС пр. 21300 более чем в два раза. Однако стоимость строительства новой спасательной АПЛ или соответствующего переоборудования одной из существующих боевых ПЛ в спасательную весьма высока. Поэтому экономически целесообразно использовать для доставки СГА и спасательных контейнеров боевые многоцелевые ПЛ разных проектов, при этом их дооборудование дополнительными техническими средствами не должно занимать значительное время и выполняться личным составом ПЛ без привлечения заводских специалистов и специальной техники. Все это говорит о необходимости создания универсального устройства для закрепления (УУЗ) СГА и самоходного спасательного контейнера (ССК) для временного размещения и декомпрессии спасенных подводников на палубе многоцелевой атомной ПЛ на основе имеющегося опыта создания и эксплуатации спасательных ПЛ и СГА.

При наличии такого устройства и самоходного спасательного контейнера возможны различные варианты (способы) спасания экипажей аварийных ПЛ в зависимости от сложившейся обстановки.

СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УУ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ СГА И САМОХОДНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО КОНТЕЙНЕРА

Вариант 1. Аварийная ПЛ затонула в ближней или дальней морской зоне, в районе, покрытым льдом (рис. 4).

С получением донесения об аварии спасательная ПЛ срочно дооборудуется УУЗ, которое хранится на берегу. К выходу готовятся СГА и ССК, которые стыкуются с ПЛ-спасателем в подводном положении во внутренней ак-

ватории ВМБ. Затем дооборудованная спасательная ПЛ переходит в район нахождения аварийной ПЛ.

После выхода к аварийной ПЛ спасательная ПЛ становится на стабилизатор глубины без хода, СГА переходит на аварийную ПЛ и садится на ее комингс-площадку и принимает личный состав. Затем СГА садится на стыковочное устройство спасательного контейнера и передает спасенных подводников экипажу контейнера.

На заключительном этапе спасательной операции спасательная ПЛ принимает СГА и идет в ВМБ, а спасенные подводники проходят декомпрессию в контейнере и получают необходимую медицинскую помощь.

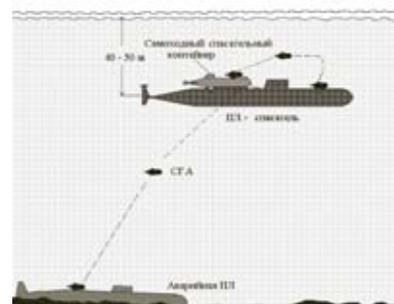


Рис. 4. Вариант спасения экипажа аварийной ПЛ с использованием спасательной ПЛ с СГА и самоходного спасательного контейнера

Вариант 2. Аварийная ПЛ затонула в дальней морской зоне на акватории без ледового покрова (рис. 5).

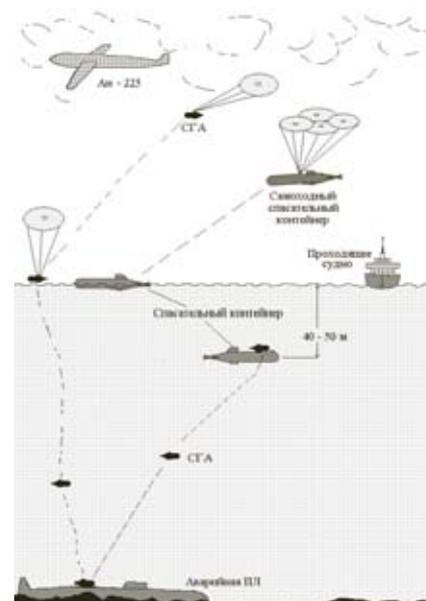


Рис. 5. Вариант спасения экипажа аварийной ПЛ с использованием тяжелой транспортной авиации, СГА и самоходного спасательного контейнера

В этом случае спасательная операция проводится с применением тяжелой транспортной авиации. Самолеты типа Ан-124 «Руслан», (полезная

нагрузка 120–150 т.) может доставить СГА и ССК к месту аварии ПЛ и сбросить их на парашютах. Для этого как минимум один дежурный СГА и один ССК должны находиться в постоянной готовности на аэродроме.

С получением донесения об аварии спасательная ПЛ оборудуется УУЗ и выходит в море. Спасательный ГА и ССК самолетами доставляются в район аварии и после приведения отдают парашютные системы и погружаются. СГА начинает работу по спасению подводников и переводу их в контейнер, который находится на стабилизаторе глубины без хода вблизи аварийной ПЛ.

По окончании вывода подводников из аварийной ПЛ СГА и спасательный контейнер всплывают и ожидают прибытия спасательной ПЛ. В это время спасенные подводники могут быть переданы на любое проходящее поблизости судно и доставлены в ближайший порт для госпитализации.

После прибытия в район аварии спасательная ПЛ вместе с СГА и ССК переходит в базу. Спасательный ГА и самоходный спасательный контейнер отделяются от ПЛ в подводном положении во внутренней гавани ВМБ, всплывают и швартуются к пирсу.

Успешность спасательной операции во многом зависит от конструкции УУЗ СГА и ССК на палубе многоцелевой дооборудованной ПЛ.

Возможная конструкция УУЗ приведена на рис. 6. Устройство представляет собой две металлические L-образные уголкового типа конструкции (балки-ложементы, расстояние между которыми равно 1800–2000 мм), крепящиеся к палубе ПЛ винтами. Для этого вдоль палубы ПЛ побортно расположены отверстия с резьбой, а под настилом палубы должны быть установлены специальные фундаменты, связанные с прочным корпусом ПЛ. Отверстия должны быть расположены вдоль палубы ПЛ от кормовой до носовой комингс-площадки, исключая район рубки, поскольку место расположения L-образных балок и их длина могут изменяться в зависимости от габаритов и типа закрепляемого средства. Так, для спасательных ГА нужен район комингс-площадки (носовой или кормовой), чтобы обеспечить переход экипажа СГА и спасенных подводников из СГА в ПЛ (рис. 7). Для закрепления спасательного контейнера массой 100–150 т (рис. 8) целесообразна установка балок по всей длине палубы ПЛ от кормовой комингс-площадки до рубки.

Днищевая часть СГА или ССК должна входить в пространство между L-образными балками. В балках имеются горизонтальные прорезы (щели), за ко-

торые СГА или контейнер могут цепляться специальными выдвигающимися зацепами (или эксцентриками). Привод (может быть как гидравлическим, так и пневматическим) этих зацепов осуществляется оператором из отсека СГА или контейнера.

Для облегчения посадки спасательного ГА на комингс-площадку ПЛ перед носовой оконечностью СГА размещается V-образная ловушка гайдропа. Процесс посадки выглядит следующим образом.

Спасательный ГА висит над палубой ПЛ и выпускает гайдроп с таким расчетом, чтобы он на заднем ходу СГА вошёл в щель ловушки (см. рис. 6). Затем СГА с помощью подруливающих устройств центруется над L-образными балками и опускается в пространство между ними. После этого, регулируя длину гайдропа, размещается над камерой присоса и прижимается к палубе ПЛ.

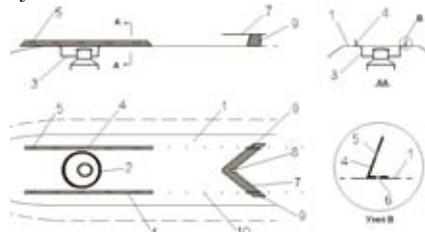


Рис. 6. Универсальное устройство для закрепления спасательного ГА и контейнера на палубе ПЛ

1 – палуба ПЛ; 2 – зеркало комингс-площадки; 3 – камера присоса; 4 – L-образная балка-ложемент; 5 – продольная прорезь (щель); 6 – отверстие под винт с потайной головкой; 7 – V-образная ловушка гайдропа; 8 – прорезь для троса гайдропа; 9 – вертикальная стойка; 10 – отверстия под винты для закрепления балок-ложементов и ловушки гайдропа

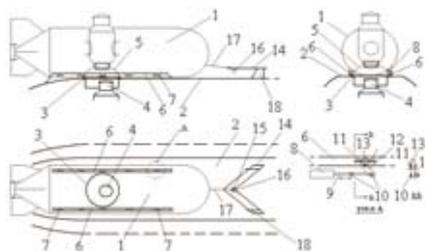


Рис. 7. Закрепление спасательного ГА на комингс-площадке ПЛ

1 – спасательный ГА; 2 – палуба ПЛ; 3 – комингс-площадка ПЛ с аварийно-спасательным люком; 4 – подвижная камера присоса; 5 – L-образные балки-ложементы для крепления ГА; 6 – прорези (щели) в ложементках; 8 – гидроцилиндры (по числу щелей); 9 – шток; 10 – шарнир; 11 – упор; 12 – зацеп; 13 – клиновидный конец зацепа; 14 – V-образная ловушка гайдропа; 15 – щель для гайдропа; 16 – гайдроп ГА; 17 – трос гайдропа; 18 – стойки крепления ловушки гайдропа к палубе ПЛ

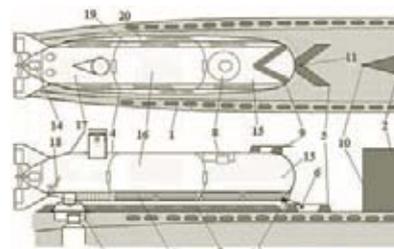


Рис. 8. Самоходный спасательный контейнер на палубе ПЛ

1 – корпус спасательной ПЛ; 2 – рубка ПЛ; 3 – узел стыковки ССК с комингс-площадкой ПЛ; 4 – прочный корпус ССК; 5 – V-образная ловушка гайдропа на палубе ПЛ; 6 – гайдроп ССК; 7 – L-образная балка-ложемент; 8 – камера присоса ССК; 9 – V-образная ловушка гайдропа ГА; 10 – приводной гидроакустический маяк обеспечения посадки на ПЛ; 11 – щель для троса гайдропа; 12 – лебёдка гайдропа ССК; 13 – баллоны с газовыми смесями ССК; 14 – маршевый двигатель ССК; 15 – отсек высокого давления ССК; 16 – отсек среднего давления ССК; 17 – отсек низкого давления ССК; 18 – кресло оператора-водителя ССК; 19 – уравнивательная цистерна; 20 – балластная цистерна

Затем оператор СГА приводит в действие клиновидные зацепы (или эксцентрики). Последние выходят из днищевой наделки СГА и заходят в щели балок-ложементов. Теперь СГА прочно закреплен на палубе спасательной ПЛ. Можно осушать камеру присоса и переходить из СГА в ПЛ и обратно.

Однако в данной конструкции есть недостаток – оба зеркала комингс-площадки ПЛ и камеры присоса СГА могут не совпасть по высоте и по углу наклона из-за технологических неточностей в установке ложементов. Иными словами, плоскость прижатия днища СГА к палубе ПЛ клиновидными зацепами может не совпасть с плоскостью комингс-площадки. Поэтому на СГА и в ССК целесообразно иметь подвижную («плавающую») камеру присоса (рис. 9). Её подвижность может быть ограничена 50–100 мм по вертикали и 2–30 по углу. В этом случае камера присоса СГА или контейнера всегда плотно прижмется к зеркалу комингс-площадки ПЛ под собственным весом и силой присоса.

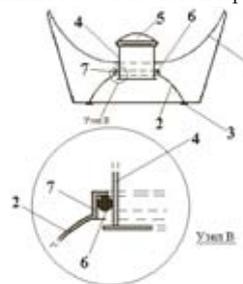


Рис. 9. Камера присоса СГА

1 – прочный корпус СГА; 2 – камера присоса; 3 – фланец; 4 – тубус входного люка; 5 – крышка входного люка; 6 – уплотнительное кольцо; 7 – тубус камеры присоса

Установка балок-ложементов и V-образной ловушки гайдропа на палубе спасательной ПЛ выполняется личным составом ПЛ перед выходом в море (балки-ложементы и ловушка гайдропа хранятся на берегу). Установка оборудования не должна занимать более часа. После решения задачи балку и ловушку демонтируют, а отверстия в палубе ПЛ глушатся винтами с потайными головками. Таким образом внешний вид до-оборудованной ПЛ и ее ТТХ не изменяются.

Спасательный ГА или контейнер на палубе дооборудованной ПЛ в ВМБ может быть установлен в гавани (акватории ВМБ), путём посадки СГА или ССК на палубу ПЛ под водой.

Очевидно, что применение УУЗ для закрепления СГА и ССК на палубе любой многоцелевой ПЛ потребует модернизации нескольких многоцелевых ПЛ, чтобы в любой момент хотя бы одна из них (на каждом флоте) находилась в готовности к немедленному выходу в море, а также создания спасательных ГА и спасательных контейнеров с унифицированной днищевой частью. Кроме того, такие модернизированные ПЛ смогут нести исследовательские и специальные ПА, что важно для решения других задач ВМФ.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДООБОРУДОВАНИЮ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ПЛ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ СГА И САМОХОДНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО КОНТЕЙНЕРА

1. СГА должен иметь возможность крепиться как на носовой, так и на кормовой комингс-площадке, многоцелевых АПЛ.

2. Самоходный спасательный контейнер должен иметь возможность крепиться в районе кормовой части многоцелевых атомных ПЛ, на участке от рубки до кормовой комингс-площадки.

3. Дооборудование ПЛ выполняется у заводского причала (стенки). Для этого снимается настил палубы ПЛ.

4. Вдоль палубы ПЛ, побортно, на расстоянии 1800–2000 мм под настилом должны быть установлены фундаменты, связанные с прочным корпусом ПЛ (фундаменты могут крепиться к набору, удерживающему легкий корпус).

5. В фундаментах на равных расстояниях и на одной линии (см. рис. 3) должны быть сделаны резьбовые отверстия для болтов, проходящих сквозь настил палубы, с помощью которых к палубе ПЛ будут крепиться L-образные балки-ложементы.

6. Такими же болтами к палубе ПЛ перед балками-ложементами должна крепиться V-образная ловушка гайдропа СГА или контейнера.

7. L-образные балки-ложементы, V-образная ловушка гайдропа, болты и ключ-отвертка (2 шт.) должны входить в комплект принадлежностей дооборудованной ПЛ и храниться на берегу.

8. К установке балок-ложементов и ловушки гайдропа перед выходом ПЛ на спасательную операцию привлекается личный состав ПЛ. Время установки балок-ложементов и ловушки гайдропа не должно занимать более одного часа.

Одновременно устанавливается приводной гидроакустический маяк ПЛ (автономный).

9. После выполнения спасательной операции балки-ложементы и ловушку гайдропа демонтирует личный состав ПЛ, а отверстия в настиле палубы глушатся болтами с потайными головками.

10. Все дизельные ПЛ (на Балтийском и Черноморском флотах) также могут быть оборудованы устройством типа УУЗ и смогут доставлять СГА к месту аварии ПЛ, однако самоходные спасательные контейнеры из-за больших размеров смогут быть доставлены к месту аварии только путем буксировки их надводным кораблем, ПЛ или путем десантирования с самолетов транспортной авиации.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДООБОРУДОВАНИЮ СГА

1. Для быстрой посадки и надёжного закрепления существующих СГА («Бестер», «Приз») на палубе многоцелевых дооборудованных L-образными балками-ложементами ПЛ необходима их модернизация.

2. Во время модернизации днищевая часть СГА должна быть закрыта конусообразной наделкой, входящей в пространство между балками-ложементами (см. рис. 7).

3. Внутри конусообразной наделки должны быть размещены гидроцилиндры (или пневмоцилиндры), приводящие в действие клиновидные зацепы, выходящие из пазов конусообразной наделки и входящие в прорези балок-ложементов. Привод гидроцилиндров должен осуществляться из кабины СГА.

4. В носовой части СГА должна быть размещена тросовая лебедка с гайдропом. Привод тросовой лебедки должен осуществляться из кабины СГА.

5. Камера присоса СГА должна быть сделана подвижной («плавающей»), для обеспечения надёжной герметизации стыка с комингс-площадкой ПЛ (что-

бы компенсировать возможное несоответствие плоскостей камеры присоса СГА и зеркала комингс-площадки по углу и высоте при установке L-образных балок-ложементов). Если установка балок-ложементов была выполнена достаточно точно, и плоскости камеры присоса закреплённого СГА и зеркала комингс-площадки параллельны и совпадают по высоте, то камера присоса СГА в доработке не нуждается.

ВЫВОДЫ

Для реализации предложенных вариантов использования многоцелевых ПЛ для спасения экипажа аварийной ПЛ необходимо:

1) выполнить проработки в соответствующих ЦКБ по установке УУЗ на многоцелевых АПЛ;

2) выполнить ОКР по созданию самоходного спасательного контейнера для временного размещения и декомпрессии спасённых подводников;

3) выполнить ОКР по созданию парашютной системы для десантирования СГА и самоходного спасательного контейнера с самолётов транспортной авиации типа Ан-124 «Руслан»;

4) дооборудовать все строящиеся и ряд существующих (серийных) многоцелевых АПЛ ВМФ устройством для крепления СГА и ССК типа УУЗ;

5) модернизировать днищевую часть всех спасательных ГА для возможности их транспортировки на ПЛ, оборудованных устройством типа УУЗ;

6) спасательные ГА, самоходные спасательные контейнеры и устройства их доставки на многоцелевых ПЛ должны разрабатываться в комплексе, поскольку представляют собой единую систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г.
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу. Утвержд. Президентом РФ 18.09.2008 г.
3. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г. Утверждена Президентом РФ 27 июля 2001 г.
4. Концепция развития системы ПСО ВМФ до 2025 г. // Морская политика России, 2013 г., с. 64–69.
5. *Илюхин В. Н., Никитинский А. И., Молчанов В. А. и др.* Спасатели военно-морского флота. – М.: Воениздат, 1996. ■

Как известно [4,5], сушка в традиционном смысле – это процесс удаления влаги (свободной и связанной) из древесины (бревен и т.д.) и пиломатериалов (бруса и т.д.) путем испарения содержащихся в ней жидкости за счет подведенного сушильного агента. От того, насколько своевременно и качественно была проведена сушка, зависит сохранность, сортность, область применения и, в конечном счете, рыночная стоимость пиломатериалов. Именно по этой причине сушка пиломатериалов – важнейший этап переработки древесины, затраты на которую соизмеримы со стоимостью самой древесины, а нередко и превышают ее.

Однако до настоящего времени сушка древесины традиционно начинается после ее распиловки, что в условиях глобального финансового кризиса неразумно. От лесозаготовительного (лесопогрузочного) до лесопильного (деревоперерабатывающего) участка вместе с древесиной (20% от массы) транспортируют древесную влагу (80% от массы), а сам процесс распиловки сырой древесины сопровождается значительными финансово-временными затратами и существенными отходами (в виде опилок).

При этом на сегодня во всем мире наиболее распространены и отработаны различные варианты конвективной и конвективно-термической технологий сушки пиломатериалов [5].

Сущность *конвективного способа* сушки заключается в том, что в специальной камере промышленными вентиляторами создается интенсивное перемешивание воздуха с последующим его удалением. При этом, например, для уменьшения влажности из 1 м³ пиломатериалов примерно на 30% (с 52% до примерно 22%) требуется от одной до нескольких недель и расходуется примерно 10 кВт·ч электроэнергии в сутки [5].

Сущность *конвективно-термического, или конвективно-теплового способа* сушки состоит в том, что к древесине подводят сушильный агент – подогретый (электронагревателями, теплогенераторами и т.д.) воздух. Под действием возникающих перепадов температуры влага из внутренних слоев осушаемого материала поступает к его поверхности, испаряется и в виде пара выносится из сушильной камеры в окружающее пространство или утилизируется в виде конденсата [5].

Именно с термическим воздействием на осушаемый материал связаны основные негативные составляющие этой классической технологии сушки древесины. Во-первых, в осушаемом материале возникают механические напряжения, и при высокой скорости сушки древесина частично разрушается, что ведет к выбраковке значительной (30% и более) части товарного продукта и, соответственно, к снижению процента его выхода. Во-вто-

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ УДАЛЕНИЕ ВЛАГИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЯХ ОТНОСИТЕЛЬНО МАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

*С. А. Бахарев, д-р техн. наук, проф., вед. науч. сотрудник,
Л. М. Клячко, д-р техн. наук, проф., ген. директор,
А. В. Рогожников, д-р техн. наук, директор
Инжинирингового Центра гражданской морской техники,
В. К. Смирнов, техник,
АО «ЦНИИ «Курс»,
контакт. тел. +7 (903) 018 1783, +7 (916) 324 4557*

рых, приводит к неравномерному распределению влаги по длине и толщине пиломатериала, что ведет к внутренним деформациям и к дополнительной выбраковке части товарного продукта. В-третьих, в процессе сушки по разным причинам нередко возникают нештатные технологические ситуации, в результате которых температура сушильного агента поднимается выше допустимой нормы для данного технологического этапа сушки, древесина перегревается и ее большая часть приходит в негодность. В-четвертых, и это самое главное, КПД данного способа сушки низкий. В частности, на сушку 1 м³ пиломатериалов затрачивается в зависимости от толщины древесины начальной и конечной влажности от 400 до 800 кВт·ч [5].

Для примера на рис. 1 показан процесс конвективно-тепловой сушки продукции (паллеты) компании «MADERAS» (Испания) в 2013 г.



Рис. 1. Процесс конвективно-тепловой сушки в компании «Maderas»: а – сушильная камера; б – готовая продукция

Как видно из рис. 1, а, объем типовой сушильной камеры компании «Maderas» – ок. 200 м³. При этом (рис. 1, б) регулярно имеет место брак в виде внешних деформаций местных сортов древесины (паллетов).

Следует заметить, что в настоящее время на рынке практически полностью отсутствуют отечественные конвективно-тепловые сушильные установки, а выпускаемые за рубежом очень дорогие. С учетом затрат на их приобретение, доставку, монтаж и пуско-наладочные работы (даже без последующего сервисного обслуживания) срок их окупаемости составляет 5–7 лет, что является неприемлемым в наших современных экономических условиях.

Именно по этой причине в последние годы для сушки пиломатериалов в нашей стране и за рубежом активно пытаются применять и другие технологии: кондуктивные, вакуумные и т.д. Однако эти процессы удаления влаги базируются на разности влагосодержания в теплоносителе и пиломатериале, что также приводит к возникновению внутренних напряжений в древесине и, как следствие, к появлению трещин, коробления, скручивания пиломатериала и т.д.

Поэтому улучшение качества высушиваемого материала, повышение производительности при одновременном снижении энергоемкости оборудования и сегодня остаются основными задачами сушки древесины.

В данной работе предложена технологическая схема многостадийного низкотемпературного удаления влаги из древесины (на открытом воздухе) и пиломатериалов (под навесом и в акустической сушильной камере) под воздействием акустических волн сравнительно малой (130–140 дБ относительно порогового уровня) интенсивности, которая максимально полно отвечает соотношению качества, стоимости, производительности, энергозатратности и экологичности.

Прежде чем приступить к более детальному описанию предлагаемой технологической схемы низкотемпературного удаления влаги из древесины и пиломатериалов в акустических полях, кратко остановимся на роли древесной влаги в жизни дерева, совершив небольшой экскурс в историю применения акустики для удаления влаги из пористых материалов, а также коснемся некоторых теоретических аспектов тепломассообмена (ТМО).

Известно [4,5], что в период жизни дерева влага играет функцию транспортирующего средства, перемещая продукты фотосинтеза из верхней части (из кроны) в нижнюю часть дерева (в корневую систему), а растворенные минеральные вещества в обратном направлении: от корневой системы в крону. Однако влага играет важную роль и после отмирания дерева, так как она способствует развитию в древесине грибов и микроорганизмов, которые необходимы для своевременного биологического разрушения отмершей древесины.

Именно для предотвращения гниения древесины в процессе ее использования для различных целей ее сушат, т.е. удаляют почти всю влагу. Таким способом древесина из неустойчивого сырья биологического происхождения превращается в очень ценный материал, приобретающий ряд нужных потребителю дополнительных свойств, облагораживающих древесину. Особенно быстро (практически за один-два месяца) в летнее время биологически портится срубленная, неразделанная (следовательно, непросушенная) «мягкая» древесина: береза, бук, осина, ольха, клен, ясень и др. Быстро гниют и сырые доски этих пород, уложенные в плотную стопку.

Главные факторы гниения древесины – умеренная температура (15–35°С), наличие кислорода воздуха и значительная (близкая к максимальной) влажность. Для предохранения древесины от гниения необходимо, чтобы в результате ее обезвоживания в ней осталась не более пятой части влаги по отношению к массе самой древесины, т.е. не более 20% влажности.

И наоборот, способ затопления древесного сырья для его сезонного хранения широко используется в фанерном производстве, а искусственное дождевание штабелей бревен – в лесопильном. При этом из древесины водой вытесняется воздух (в том числе кислород), необходимый для жизнедеятельности дереворазрушающих грибов [4,5].

Первые сообщения о том, что интенсивные ультразвуковые колебания способны воздействовать на процессы тепломассообмена и, в частности, на сушку материалов, появились более 50 лет назад как в нашей стране, так и за рубежом [4].

Однако касались они в основном сушки термочувствительных (фармацевтических) препаратов, горючих и взрывчатых материалов. При этом высушиваемый материал подвергался со стороны газовой среды воздействию ультразвукового поля с интенсивностью 145 дБ, создаваемого обычно газоструйными излучателями.

Наибольший интерес к акустической сушке компонентов взрывчатых веществ проявлялся в начале 80-х гг. не только в СССР, но и в США и Японии. В частности, появлялись сообщения о том, что фирма «Mactrosonic» (США) выпускает лабораторные акустические модули, предназначенные для сушки небольших порций термочувствительных материалов.

Следует признать, что акустическая сушка так и не вышла из стадии лабораторных исследований. Основная причина – технологическая, и связана она с отсутствием необходимых (по мощности и диапазону частот) соответствующих генераторов и акустических излучателей.

Подходящий вариант был найден в ходе исследований устойчивости и автоколебаний сверхзвуковых струй, проводимых при эксплуатации объектов ракетно-космической техники. При этом компрессор снабжал сжатым воздухом пневмоакустические излучатели [7]. Однако особенностью такой ультразвуковой сушки является высокая стоимость используемой акустической энергии и низкий КПД (20–25%) излучателей. Именно поэтому она применялась главным образом при производстве дорогостоящих биологических и фармацевтических препаратов, в частности, термочувствительных порошков из антибиотиков, гормональных препаратов и т.д.

Говоря о теоретических аспектах удаления влаги, необходимо отметить, что ТМО обычно называют физический процесс переноса энергии и массы вещества из одних областей пространства в другие [4]. Во многих технологических процессах ТМО протекает при фазовых и химических превращениях. Большой вклад в учение о ТМО сделали А. В. Лыков и его ученики. В различных технологических целях конструируют аппараты с применением либо одной, либо нескольких форм ТМО, стараясь оптимально использовать их особенности. Известно, что во многих случаях комплексное применение различных форм ТМО позволяет существенно интенсифицировать технологические процессы [4].

В свое время было предпринято много попыток ускорить процессы переноса путем комбинированных и периодических воздействий; использовались инфракрасные лучи, токи высокой частоты, сброс давления, переменные электрические и магнитные поля, упругие колебания инфразвукового, звукового

и ультразвукового диапазонов частот. При этом попытки применения ультразвука в технологических процессах были впервые предприняты еще в 30-е гг. прошлого столетия в области диспергирования твердых и жидких тел, а также коагуляции аэрозолей. Этой области посвящены очень многие работы, среди которых первостепенное значение имеют труды П. А. Ребиндера, Б. В. Дерягина, Н. В. Чураева и их учеников по физической химии дисперсных систем, работы А. С. Предводителева, В. Ф. Ноздрева, И. Г. Михайлова в области молекулярной акустики, исследования сотрудников Акустического института и, прежде всего, работы Л. Д. Розенберга и М. Г. Сиротюка по кавитации, С. А. Недужего по акустическому эмульгированию, А. П. Капустина по кристаллизации и т.д.

Ускорение процессов массопереноса акустическими колебаниями доказано многочисленными экспериментами: Х. Френцель, К. Гинзбург и Х. Шульцес наблюдали увеличение (на 70–100%) скорости диффузии в растворе через пористую мембрану; Г. Томас и Г. Тарночи наблюдали 2–3-кратное увеличение скорости диффузии оксалата натрия через целлофановую мембрану; А. Н. Гинстлинг и А. П. Онохин доказали значительное ускорение пропитки древесины; Б. Г. Белов, М. Е. Архангельский и Г. Н. Пинус показали ускорение диффузии в гелях; Н. М. Мальцев, В. Ю. Орлов, А. М. Гинстлинг и А. А. Барам наблюдали существенное ускорение сорбционных процессов и т.д.

Сущность разработанного нами метода заключается в следующем [1–3]:

1. На *первом этапе* на лесопогрузочном участке выполняют упорядочную укладку нижними частями (комелями) в одну сторону, а верхними частями (верхушками) – в другую; приподнимают нижние части на несколько (не менее 3–5) градусов; штабель ориентируют с учетом розы ветров в данной местности и т.д.; укладку сортимента древесины (бревен) в штабель.

Далее развертывают модули мобильной акустической установки на базе: дизель-генератор электрической мощностью 3–4 кВт; восемь акустических излучателей, размещенных определенным образом относительно штабеля; два генератора специальных сигналов и два четырехканальных усилителя мощности в термошкафу габаритами 1×1×1 м;

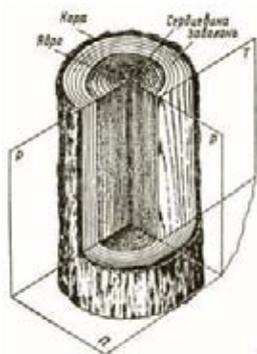
Затем осуществляют непрерывное (четыре излучателя – со всех сторон) и импульсное (четыре излучателя со всех сторон) излучение акустических волн сверху вниз и вдоль поверхности сортимента древесины (бревен).

Рис. 2 иллюстрирует принцип реализации разработанного метода на типовом лесопогрузочном участке.

а)



б)



в)

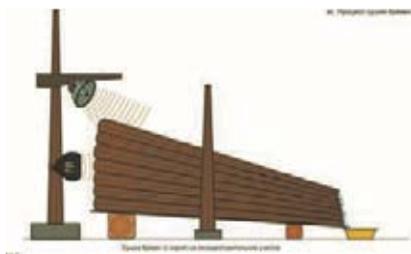


Рис. 2. Принцип реализации разработанного метода на лесопогрузочном участке: а – внешний вид бревен; б – структура дерева; в – упорядоченная укладка бревен

Как показали результаты промышленных испытаний применения разработанного метода, проведенных во Вьетнаме (компания «Офшор-Сервис») и России (ООО «Леско») в 2008–2012 гг., благодаря реализации на данном этапе удалось достичь:

- уменьшения примерно на 25% (с 95 до 70%) транспортной влажности сортамента древесины (бревен), что позволило повысить примерно на 25% загрузку транспортного средства (например, автомобиля) по объему при тех же нагрузках на оси;

- перемещения в акустических полях свободной влаги из центра древесины на ее периферию, в первую очередь в кору и в заболонь (рис. 2, б), а также создать более благоприятные условия для ее последующей распиловки.

На *втором этапе* на транспортном средстве выполняют упорядоченную укладку: нижними частями к кабине с акустическими излучателями, а верхними частями – в противоположную сторону; приподнимают нижние части на несколько (не менее 3–5) градусов и т.д.; укладку сортамента древесины на транспортном средстве в мини-штабель.

Далее развертывают модуль мобильной акустической установки на базе дизель-генератора автомобиля с электрической мощностью 1–2 кВт; четырех акустических излучателей, размещенных определенным образом относительно штабеля; двух генераторов специальных сигналов и двух двухканальных усилителей мощности в термощкафу габаритами 0,4×0,4×0,4 м;

Затем осуществляют непрерывное (два излучателя) и импульсное (два излучателя) излучение акустических волн сверху вниз и вдоль поверхности сортамента древесины (бревен).

Рис. 3 иллюстрирует принцип реализации разработанного метода на транспортном средстве (автомобиль).

Как видно из рис. 3, в, нижние части сортамента древесины рекомендуется приподнимать на 3–5° по отношению к верхним частям сортамента древесины, а акустическое воздействие осуществлять сверху вниз и вдоль бревен по всему объему штабеля.

а)



б)



в)



Рис. 3. Принцип реализации разработанного метода при транспортировке сортамента древесины: а – автомобиль с прицепом; б – речная баржа; в – укладка бревен

Как показали результаты испытаний, проведенных во Вьетнаме (компания «Офшор-Сервис») в 2008–2012 гг., благодаря реализации разработанного метода на данном этапе удалось достичь:

- уменьшения примерно на 10% (с 70 до 60%) транспортной влажности сортамента древесины (бревен);
- перемещения в акустических по-

лях свободной влаги из центра древесины на ее периферию и создание более благоприятных условий для ее последующей распиловки.

На *третьем этапе* – на лесопильном участке выполняют упорядоченную укладку: нижними частями (согласно структуре волокна) в одну сторону, а верхними частями – в другую; приподнимают нижние части на 3–5°; пакет ориентируют с учетом розы ветров в данной местности и т.д.; укладывают пиломатериалы через специальные прокладки в пакет с последующей их жесткой фиксацией;

Развертывают модуль мобильной акустической установки на базе дизель-генератора с электрической мощностью 3–4 кВт; восьми акустических излучателей, размещенных определенным образом относительно пакета пиломатериалов; двух генераторов специальных сигналов и двух четырехканальных усилителей мощности в термощкафу габаритами 1×1×1 м;

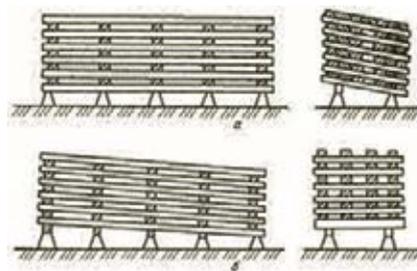
Выполняют непрерывное (четыре излучателя со всех сторон) и импульсное (четыре излучателя со всех сторон) излучение акустических волн сверху вниз и вдоль поверхности пакета пиломатериалов.

Рис. 4 иллюстрирует принцип реализации разработанного метода на типовом лесопильном участке.

а)



б)



в)

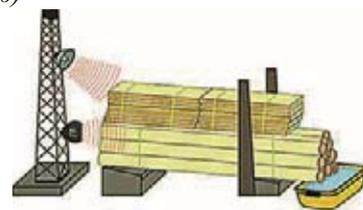


Рис. 4. Принцип реализации разработанного метода на лесопильном участке: а – пакет с пиломатериалами; б – укладка пиломатериалов в пакете; в – направления акустического воздействия

Как показали результаты испытаний, проведенных во Вьетнаме («Офшор-Сервис»), России (ООО «Леско») и Испании (компания «MADERAS») в 2008–2013 гг., благодаря реализации разработанного метода на данном этапе удалось:

- уменьшить примерно на 30% (с 60 до 30%) транспортную влажность пиломатериалов, что позволило повысить примерно на 30% загрузку транспортного средства (автомобиля) по объему при тех же нагрузках на оси;

- равномерно распределить влагу по всей толщине пиломатериалов в акустических полях, что создало более благоприятные условия для ее последующей сушки (конвективной, конвективно-тепловой, акустической и т. д.).

Для примера на рис. 5 продемонстрирован процесс акустического удаления влаги из пиломатериалов в Испании (под навесом, компания «MADERAS», 2013 г.) и в России (в емкости автоклава, ООО «Леско», 2010 г.).

а)



б)



в)



Рис. 5. Процесс акустического удаления влаги из пиломатериалов на лесопильном участке: а – под навесом; б – результаты испытаний; в – в емкости автоклава

Как видно из рис. 5, б, в Испании при среднесуточной температуре воздуха

11,9°С удалось снизить влажность пиломатериалов с 60,0 до 21,0%.

Еще раз отметим, что очень важным аспектом сушки пиломатериалов является уменьшение их транспортного веса (влажности). Рассмотрим это на конкретном примере из отечественного опыта (ООО «Леско», Брянская область).

Типовой пакет, поставляемый на экспорт из России в Европу, содержит 714 тарных дощечек (ольха, линейные размеры каждой – 130×75×15 мм, влажность – 60–65%) и занимает объем 1,1–1,4 м³ (0,7 м³), а транспортировку осуществляют, исходя из объема 24 м³.

Используемые для перевозки пакетов данной древесины грузовые автомобили (собственный вес которых 18 т) имеют грузоподъемность 20 т при объеме полуприцепа 88 м³ (линейные размеры – 13,6×2,65×2,45 м), т. е. теоретически (при данных геометрических размерах пакетов с учетом допусков и стандартной транспортной влажности древесины 22%) могли бы транспортировать одновременно 40 пакетов тарной дощечки. Однако, как показывают наблюдения, для транспортировки в полуприцеп загружается всего 16 (ок. 19,5 т) – 17 (ок. 21,5 т) пакетов, т. е. примерно 40% от объема.

Если принять стоимость услуг по доставке данного типа груза из России в Европу (Германия, Бельгия и т. д.) 2 евро за 1 кг, то транспортные расходы предприятия только на один рейс автомобиля грузоподъемностью 20 т составляют примерно 40 тыс. евро, а упущенная выгода – ок. 24 тыс. евро (60% от транспортного веса).

На четвертом этапе на деревообрабатывающем участке, выполняют упорядоченную укладку: нижними частями (согласно структуры волокна) в одну сторону, а верхними частями – в другую; приподнимают нижние части на 3–5° не менее, и т. д.; укладку пиломатериалов в виде зафиксированных на предыдущем этапе пакетов, в акустическую сушильную камеру.

Развертывают модуль мобильной акустической установки на базе восьми акустических излучателей, размещенных определенным образом относительно пакета пиломатериалов; двух генераторов специальных сигналов и двух четырехканальных усилителей мощности в термощкафу габаритами 1×1 м.

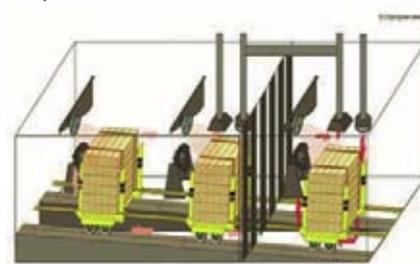
Выполняют непрерывное (четыре излучателя со всех сторон) и импульсное (четыре излучателя со всех сторон) излучение акустических волн сверху вниз и вдоль поверхности пакета пиломатериалов.

Рис. 6 иллюстрирует принцип реализации разработанного метода на деревообрабатывающем участке.

а)



б)



в)



Рис. 6. Процесс акустического удаления влаги из пиломатериалов на деревообрабатывающем участке: а – внешний вид камеры; б – структурная схема камеры; в – вид камеры изнутри

Как показали результаты испытаний, проведенных в Испании (компания «MADERAS», 2013 г.), благодаря реализации разработанного метода низкотемпературного удаления влаги из пиломатериалов в акустических полях относительно малой интенсивности (130–140 дБ) достигают следующих показателей:

1) на открытом воздухе:

- при температуре воздуха 25–30° С, относительной влажности воздуха не более 50%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (летний период) позволило снизить влажность древесины с 80 до 50% в течение 10 сут.;

- при температуре воздуха 5–10° С, относительной влажности воздуха не более 60%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (весенне-осенние периоды) позволило снизить влажность древесины с 80 до 50% в течение 20 сут.;

- при температуре воздуха 0–5° С, относительной влажности воздуха не более 70%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (зимний период) позволило снизить влажность древесины с 80 до 50% в течение 30 сут.

2). на открытом воздухе под навесом:

– при температуре воздуха 25–30° С, относительной влажности воздуха не более 60%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (летний период) позволило снизить влажность древесины с 60 до 30% в течение 7 сут.;

– при температуре воздуха 15–20° С, относительной влажности воздуха не более 70%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (весенне-осенние периоды) позволило снизить влажность древесины с 60 до 30% в течение 10 сут.;

– при температуре воздуха 10–15° С, относительной влажности воздуха не более 80%, скорости движения ветра не менее 3 м/с (зимний период) – позволило снизить влажность древесины с 60 до 30% в течение 15 сут.

3). в акустической конвективно-тепловой сушильной камере:

– при штатном режиме использования конвективно-тепловой камеры (температура воздуха 60° С) сократить продолжительность технологического процесса сушки паллетов древесины с 5 сут. до 3 сут.;

– обеспечить сушку паллетов древесины в течение 5 сут. при 2-кратном (с 80° С до 40° С) уменьшении температуры в конвективно-тепловой камере;

– уменьшить в 1,5–2 раза, брак древесины из-за внутренних и внешних деформаций и т. д.

На данном предприятии используют несколько вариантов построения технологического процесса в зависимости от объемов и сроков поставки продукции, потенциальных возможностей и текущего состояния склада полуфабриката, сезонных погодных-климатических условиях и т. д.

В заключение необходимо отметить, что в настоящее время вновь является повышенный интерес в России (Крайний Север, Дальний Восток и т. д.) и за рубежом (Франция, Испания, Финляндия, Вьетнам и т. д.) к созданию мобильных (например, на базе 10-футового или 20-футового контейнеров) акустических сушилок, а также к теоретическим аспектам акустической сушки (например, в Институте теоретической и прикладной механики СО РАН, г. Новосибирск).

Основных причин того, что до сих пор не создано эффективных акустических устройств, а процессы акустической сушки не вышли за пределы лабораторий несколько:

– высокая стоимость акустической энергии. Все пневмоакустические излучатели, используемые до настоящего времени в акустических сушилках, обладают сравнительно низким (менее 25%) КПД. Поэтому необходимо не только совершенствовать газоструйные излучате-

ли, но и вести поиск новых источников акустической энергии;

– недостаточные знания теории акустической сушки и, как следствие, неэффективное использование акустических колебаний, формируемых при помощи газоструйного излучателя вдоль поверхности высушиваемого материала. Хотя очевидно, что максимальная эффективность акустического воздействия обеспечивается при перпендикулярном направлении. По этой причине не обеспечивается акустическая сушка глубоких слоев материала и возникает необходимость размещения высушиваемого материала только в тонких слоях;

– неоптимальность инженерных решений в акустической сушильной камере, а значит, отсюда неравномерное высушивание материала, обусловленное различной удаленностью его участков от источника акустических колебаний. Известно, что существует «критический уровень звукового давления» (от 140 до 150 дБ), до которого акустическая сушка практически ничем не отличается от обычной конвективной сушки. По этой причине необходимо обеспечить интенсивность акустической энергии не менее 150 дБ на самых удаленных участках сушилки. Это может обеспечиваться только увеличением интенсивности излучаемых газоструйным излучателем колебаний до 165–170 дБ, что технически реализовать очень сложно, требует специальных мер защиты обслуживающего персонала от акустических колебаний;

– нерациональное использование энергии акустических колебаний в существующих сушилках объясняется отсутствием концентрации акустической энергии на высушиваемом материале. Энергия от газоструйного преобразователя (излучателя) распространяется равномерно по всему объему сушильной камеры и не концентрируется на высушиваемом материале. Многократные отражения от стенок сушильной камеры приводят к появлению стоячих волн. В процессе сушки в объеме сушилки и на поверхности высушиваемого материала появляются участки с различной интенсивностью акустического воздействия. На некоторых участках интенсивность может быть меньше «критического уровня», что приводит к неравномерности сушки и снижению качества высушиваемого материала;

– возможность недопустимого для различных материалов поверхностного нагрева, обусловленная формированием высушенного поверхностного слоя («поверхностной корки»), особенно той части высушиваемого материала, которая располагается вблизи источника ультразвуковых колебаний;

– высокая индустриальность акустических сушилок, когда требуется обеспечить большой объем акустической сушки и т. д.

Все вышеперечисленные недостатки сдерживают широкое применение акустической сушки капиллярно-пористых материалов, а в некоторых случаях делают его экономически невыгодным или практически недопустимым (из-за возможного поверхностного нагрева).

Ситуация в области акустической техники и электроники за последние годы изменилась кардинальным образом. Этому способствовало решение ряда научно-технических проблем при создании новых конструкций акустических излучателей (пневмо-акустических и электроакустических), применение новых материалов, создание высокоэффективных малогабаритных источников сжатого газа. Потребность в создании малогабаритных акустических сушилок обусловлена появлением большого числа малых предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, фармацевтических предприятий, работающих с растительным сырьем.

Очевидно, что массовое внедрение мобильных малогабаритных сушилок позволит повысить рентабельность перерабатывающих производств. Кроме того, во многих случаях обработка материала акустическими колебаниями высокой интенсивности благоприятно скажется на физико-химических и потребительских свойствах высушиваемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бахарев С.А., Рогожников А.В.* Перспективы развития гидроакустических средств гражданского назначения, в том числе с использованием методов нелинейной акустики. – Тр. Всерос. конфер. «Прикладные технологии гидроакустики и гидро-физики». – Санкт-Петербург, 2012, с. 30–33.
2. *Бахарев С.А.* Способ комбинированной сушки с использованием волн различной физической природы. – Патент РФ № 2423655 от 26.10.2009. Оpubл. 10.07.2011//ИБ № 19.
3. *Он же.* Способ сушки с использованием волн различной физической природы. – Патент РФ № 2464793 от 01.06.2011, Оpubл. 27.10.2012 // ИБ № 30.
4. *Борисов Ю.Я Гынкина Н.М.* Акустическая сушка. – кн.: Физические основы ультразвуковой технологии. Физика и техника мощного ультразвука. – Кн. 3 / Под ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1970. – С. 579–641.
5. *Кречетов И.В.* Сушка древесины. Учеб. пособие для вузов. – М.: Бриз, 1997. – 500 с.
6. *Урик Р. Дж.* Основы гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1978. – 378 с.
7. Широкополосные ультразвуковые газоструйные излучатели//Науч.-техн. сб. «Передовой производственный опыт». –1991. –№ 6, –с. 25–27.
8. <http://itam.nsc.ru/win/patent/sushnka.html>.

Для эффективного выполнения промысловых работ на больших акваториях, а также там, где требуется детальная съемка дна, используются многолучевые эхолоты (МЛЭ). Применение МЛЭ по сравнению с однолучевыми в десятки раз увеличивает ширину полосы сканирования и существенно улучшает качество и производительность съемочных работ. Принцип действия этих эхолотов основан на формировании трансдюсером пучка узких лучей, расходящихся веером в плоскости, перпендикулярной направлению движения судна.

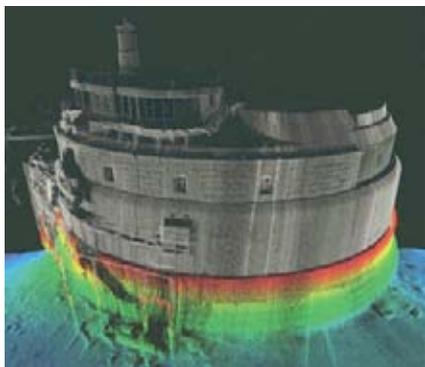


Рис. 1. Инспектирование гидротехнических сооружений

Как правило, МЛЭ состоит из процессорного блока (обычно объединенного с мощным компьютером с прикладным программным обеспечением для выполнения многолучевой съемки), передающей и принимающей гидроакустических антенн.

Обязательными дополнениями к самому МЛЭ являются:

- датчик скорости звука для измерения скорости звука в воде в режиме реального времени;
- GNSS приемник для морских приложений для определения координат и курса судна, точного времени;
- датчик перемещений судна для определения значений качки, поперечного и продольного кренов;
- профилограф скорости звука для измерения профиля скорости звука в воде.

МНОГОЛУЧЕВЫЕ ЭХОЛОТЫ. ТИПОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ

Ю.А. Богачев, ст. инженер АО «Морские навигационные системы», контакт. тел. +7 (921) 396 0507

Вместо GNSS приемника для морских приложений и датчика динамических перемещений может использоваться система позиционирования и ориентации для определения координат, курса судна, точного времени, качки, поперечного и продольного кренов.

Данные с этих датчиков, передаваемые в реальном времени в процессор, учитываются при расчете поправок к измеренным глубинам.

МЛЭ рекомендуется применять для следующих целей:

- создание рельефов дна океанов и морей;
- картографирование акваторий портов, внутренних водных путей и судоходных каналов;
- выполнение детальной съемки рельефа дна на акваториях, где осуществляется подводное строительство или дноуглубление;
- инспектирование, обнаружение и

картографирование подводных объектов;

- обследование гидротехнических сооружений, подводных объектов и трубопроводов;
- использование в системах безопасности акваторий.

Одним из ведущих мировых производителей МЛЭ является компания «Teledyne Reson».

В зависимости от модели и аппаратной платформы МЛЭ SeaBat компании «Teledyne Reson» поставляются с пакетом функций, используемых для выполнения съемок. Можно улучшить функциональность и производительность системы МЛЭ за счет активации заложенных функций, доступных на модели SeaBat пользователя.

Программное обеспечение PDS2000 Multibeam компании «Teledyne Reson» предназначено для эффективного и

Таблица

Сравнительные характеристики многолучевых эхолотов компании «Teledyne Reson»

Система SeaBat	Частота, кГц	Число лучей	Ширина полосы/сектора охвата, град	Ширина луча, град	Разрешение, мм	Диапазон работы, м	Глубина погружения, м
7111	100	До 301	150	1,5 × 1,9	30	3 ÷ 1000	
7125	200	До 256	140 (165)	2 × 1	6	0,5 ÷ 450	До 25 – SV, до 6000 – ROV, до 6000 – AUV
	400	До 512		1 × 0,5		0,5 ÷ 175	
7150	12	До 880	150	1-2 × 1-2	Зависит от глубины	50 ÷ 6000	
	24					50 ÷ 3500	
7160	44	До 512	> 127	1,5 × 2	120	3 ÷ 3000	До 60
T20-P	200	От 10 до 512	140 (165)	2,2 × 2,2	6	0,5 ÷ 400	До 50 – SV, до 6000 – ROV, до 6000 – AUV
	400			1,1 × 1,1		0,5 ÷ 150	

Примечание: SV, ROV, AUV – название аппаратных платформ МЛЭ соответственно для надводных судов (surface vehicle), дистанционно управляемых подводных аппаратов (remotely operated vehicle) и автономных подводных аппаратов (autonomous underwater vehicle).

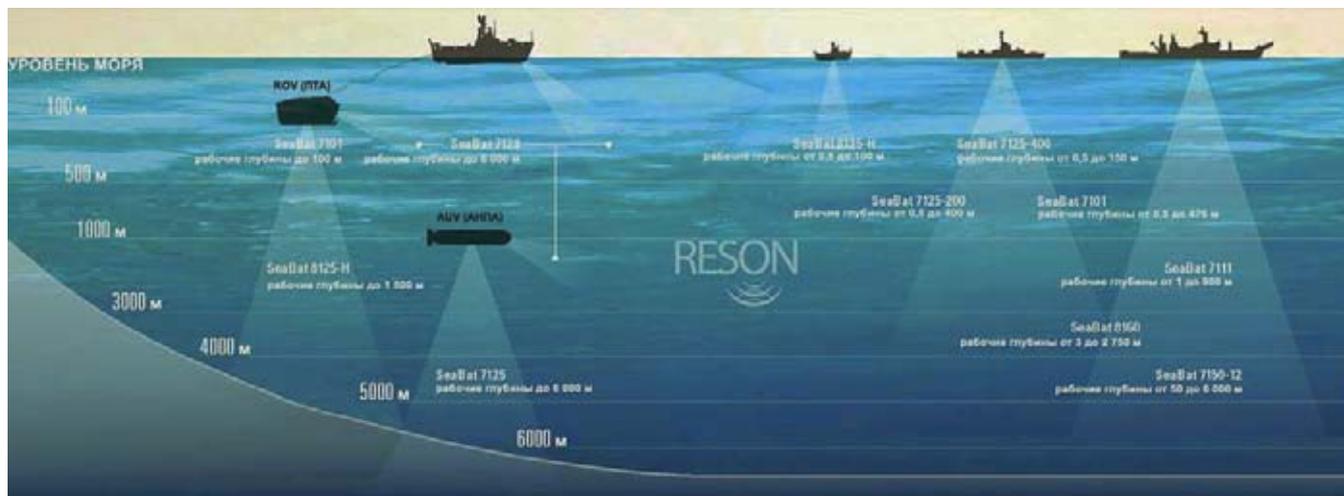


Рис. 2. Линейка многолучевых эхолотов компании «Teledyne Reson» для решения различных задач



Рис. 3. Обеспечение безопасности акваторий

быстрого получения высококачественных результатов для многолучевых и однолучевых съемок, строительных или дноуглубительных работ.

В ходе многолучевых съемок PDS2000 позволяет выполнять планирование промеров, сбор и обработку данных, редактирование, вычисление объемов и создание картографической продукции. Данное готовое к использованию приложение – это мощный инструмент для эффективного выполнения многолучевой съемки. Результаты обработки могут выводиться в реальном времени в виде 3D-моделей или планов с использованием цветокодированной цифровой модели местности (ЦММ) дна. Различные параметры фильтра могут быть применены к получаемым многолучевым данным, таким образом обеспечивая обработку данных в реальном времени.

Редактор 3D модели объединяет трехмерное редактирование полосы охвата, калибровку МЛЭ и лазерного сканера, моделирование и редактирование ЦММ, CUBE моделирование, визуализацию данных водного столба и редактор профиля скорости звука. При сглаживании данных полосы охвата ЦММ и модель CUBE обновляются «на лету».

Полученные после обработки данные могут быть использованы для вычисления объемов и картографирования. Картографическая модель предлагает оператору быстрый вывод результатов, особенно при печати повторных съемок. Для более эффективного управления данными опционально возможен экспорт данных в базу данных ГИС.

Особенности PDS2000 Multibeam:

- полный набор функций для сбора, обработки и создания топографических материалов;
- возможность обработки больших наборов данных;
- мощная и быстрая многолучевая калибровка;
- наличие редактора многолучевых 3D данных в сочетании с 3D ЦММ и редактором CUBE;

- наличие встроенного редактора профиля скорости звука;
- визуализация данных водного столба;
- интеграция с многолучевыми эхолотами SeaBat серии 7K.

Обработка:

- модуль обработки многолучевых данных включает в себя:
- встроенный 3D площадной многолучевой редактор с автоматическими настройками параметров фильтров;
- CUBE и ЦММ моделирование с функциями 3D редактирования и интерполяции;
- модели CUBE и ЦММ обновляются «на лету» при редактировании данных полосы охвата;
- возможность добавления / изменения используемых многолучевых фильтров;
- редактор профиля скорости звука с мгновенной коррекцией профиля скорости звука в окне;
- специальная быстрая и надежная функция калибровки МЛЭ и/или лазерного 3D-сканера;
- визуализация водного столба;
- окна для детального осмотра и редактирования 3D-данных;
- редактор положения показывает положение на навигационной карте, используя ее в качестве подложки;
- редактор данных водного уровня;
- все редакторы имеют функцию многократной отмены/возврата и позволяют отображать рассчитанные данные и/или сырые данные;
- просмотр данных бокового сканирования (SSS) и сниппет данных.

Размещение всех редакторов в одной раскладке экрана: синхронная обработка данных ЦММ отображает в цветовой градации показатели глубины, стандартные отклонения и число импульсов на ячейку.

Особенности съемки:

- сбор данных, присвоение временных меток и регистрация результатов измерений со всех датчиков в одном файле;

- поддержка навигационных карт: DXF файлы, S-MAP, импорт S57, Tresco карты, GeoTIFF, определяемые пользователем карты;
- отображение ЦММ с использованием цветовой градации глубин;
- отображение отклонений от проектного галса или от галса предыдущей съемки;
- отображение процесса съемки в 2D и 3D видах;
- отображение профилей, полученных по результатам многолучевой съемки;
- отображение ошибки TPE (полная ошибка распространения);
- вывод данных бокового сканирования и сниппет данных;
- вывод статуса оборудования, регистрации результатов измерений и аварийных предупреждений;
- многолучевые данные, отмеченные флажком в режиме онлайн, попадают в настройки фильтра.

Интерфейсы:

- системы позиционирования, компасы, динамических перемещений;
- PPS интерфейс (синхронизация);
- данные бокового сканирования и сниппет данные из систем SeaBat;
- датчик скорости звука;
- однолучевые эхолоты;
- лазерные 3D-сканеры;
- информация о водном уровне;
- магнитометры;
- возможность подключения другого оборудования с настраиваемыми параметрами ввода/вывода.

Планирование:

- возможность интерактивного редактора галса, маршрутов, путевых точек;
- возможность одновременного считывания нескольких DXF карт;
- цифровые модели местности (ЦММ);
- 3D проект TIN модели;
- создание 3D проекта моделей из полигонов и 3D-DXF файлов;
- возможность использования другой ЦММ в качестве проектной;
- пользовательское задание карт.

Создание картографических материалов:

- мощный инструмент для создания карт;
- множественные просмотры планов (с возможностью получения множественных профилей);
- оконтуривание изолиний глубин;
- текст, описания и изображения;
- печать профилей.

Расчет объемов:

- расчет объемов и создание отчетов объемов, вычисленных по грид модели ЦММ;
- проектной моделью могут быть:
 - проект профиля;
 - 3D TIN модель, полученная с 3D-DXF формата;
 - цифровая модель поверхности. ■

ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В КОРАБЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ КАК ЗАДАЧА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

М. В. Марковский, адъюнкт,
А. В. Марковский, адъюнкт,
М. В. Михненко, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры,
В. Н. Круглеевский, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник
НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ,
В. А. Колесник, д-р техн. наук, проф. ВМПИ,
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»,
контакт. тел. +7 (921) 923 7644, +7 (921) 341 8771

Процесс эволюционного преобразования систем пожарной сигнализации, представляет собой набор отдельных сигнализаторов, выдающих на центральный прибор сигналы о своем срабатывании в системы контроля пожарной опасности (СКПО), которые должны отображать и анализировать изменение пожароопасной обстановки, а затем выработать решения о наличии или отсутствии пожароопасной ситуации. Эти системы являются системами распознавания образов.

Если воспользоваться схемой, представленной на рис. 1 и отображающей один из вариантов возможной классификации систем распознавания, то большинство известных корабельных систем пожарной сигнализации можно отнести к простым детерминированным системам распознавания без обучения [1].

Однако системы контроля пожарной опасности на четвертом этапе их развития в соответствии с предложенной классификацией уже можно отнести к сложным комбинированным системам распознавания, использующим детерминированные, вероятностные и логические алгоритмы распознавания, с возможностью обучения и (или) самообучения.



Рис. 1. Классификация систем распознавания объектов и явлений

Подход к созданию систем контроля пожарной опасности как к системе распознавания образов позволяет использовать довольно богатый опыт, полученный при разработке систем, предназначенных для распознавания сложных объектов и явлений в медицине, робототехнике и т. п. [1–7]. Однако каждая система распознавания приспособлена для распознавания только одного вида объектов или явлений. Поэтому для распознавания пожароопасных ситуаций требуется построение специализированной системы.

Специфика процесса проектирования и построения систем распознавания требует построения физико-математической модели системы. Только наличие подобной модели позволяет реализовать итеративный процесс построения прообразов системы распознавания, все более и более приближающихся по своим характеристикам к предъявляемым к ним требованиям. Поэтому на первом этапе должна быть создана модель корабельного помещения как объекта диагностирования пожарной опасности.

Под образом понимается структурированное приближенное (частичное) описание изучаемого объекта или явления,

причем частичная определенность описания – принципиальное свойство образа. Образ допускает рекурсивное определение: символ и список символов являются образами. Списочная запись позволяет использовать одно и то же представление для описания образа произвольного типа независимо от его «содержания», а также один и тот же алгоритм для работы с образами с различным содержанием. Образ состоит из двух групп символов, представляющих соответственно переменные и постоянные характеристики объекта описания. Описание служит для установления соответствия образов, т. е. доказательства их идентичности, аналогичности, подобия, сходства и т. п., осуществляемого сопоставлением. Сопоставление образов представляет собой основную задачу распознавания.

Следует разграничить два принципиально различных класса образов, для которых данная система предназначена: конкретные и абстрактные. К конкретным образам относятся все реальные объекты окружающего мира, а также их изображения или словесные описания. Абстрактные образы связаны с механизмами формирования понятий. Сюда входят такие категории, как мнения, оценки, представляющие собой результаты опроса, анкетирования и т. п. Абстрактными являются также образы, которые возникают в результате наблюдений, оценок и измерений. Введение понятий о конкретных и абстрактных образах определяет два варианта распознавания – перцептивный и концептуальный.

В технической системе перцептивного распознавания входным элементом служит датчик, задача которого заключается в преобразовании физической величины, характеризующей наблюдаемый объект реального мира, в другую величину, предназначенную для восприятия ее обрабатывающей системой. С этой точки зрения можно рассматривать датчик как согласованный фильтр в том смысле, что его характеристика должна быть согласована с физической величиной, поступающей на его вход. С точки зрения теории информации датчик – это элемент, предназначенный для согласования устройства обработки с наблюдаемым внешним миром, а его выходные сигналы дают «априорное» описание наблюдаемого объекта.

Если рассматривать задачу распознавания в самом общем виде, то ее можно сформулировать как задачу разработки процедуры, позволяющей разбивать множество объектов на классы. Задача распознавания в самом общем виде представляется в принципе неразрешимой. Каждый из нас на собственном опыте может убедиться в том, что мы воспринимаем не сам объект, а лишь некоторое понятие, связанное с его признаками.

Очевидно, что число различных проявлений, характеризующих один и тот же объект, может быть бесконечно большим. На практике выбирают некоторое ограниченное количество признаков, связанных с объектом. Иначе говоря, рассматри-

вают только проекцию множества признаков на пространство выбранных характеристик.

В общем виде решение задачи распознавания пожарной опасности и пожара в корабельном помещении можно представить в следующей трактовке. Должна быть определена некоторая совокупность ситуаций, которые могут сложиться в корабельном помещении. В соответствии с выбранным принципом классификации она подразделена на ряд классов, например, пожароопасная ситуация (пожар) и отсутствие пожароопасной ситуации (пожара), т.е. составлен алфавит классов. Затем разрабатывается словарь признаков, на языке которого описывается каждый класс ситуаций. Создаются (или выбираются из уже имеющихся) технические средства, обеспечивающие определение признаков, а на вычислительных средствах системы распознавания реализуются алгоритмы распознавания, позволяющие сопоставлять апостериорные данные о неизвестной ситуации с априорной информацией и на основе сопоставления определять, к какому классу она может быть отнесена. Когда ситуация в помещении изменяется, технические средства наблюдения определяют ее признаки. Данные о признаках неизвестной ситуации поступают на вход алгоритма распознавания, который, используя априорные описания классов, определяет, к какому классу может быть отнесена ситуация.

Механизм классификации образов можно выразить на языке разбиения пространства признаков или отображения пространства признаков в пространство решений. Если у каждого входного образа измеряется N признаков, то каждое множество из N признаков можно рассматривать как вектор X , называемый *вектором признаков*, или как точку в N -мерном пространстве признаков Ω_x . Задача классификации заключается в распределении всех возможных векторов или точек в пространстве признаков по соответствующим классам образов. Это можно трактовать как разбиение пространства признаков на взаимно непересекающиеся области, каждая из которых соответствует некоторому классу образов.

Математически задача классификации может быть сформулирована с помощью разделяющей функции. Пусть $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$ обозначают m возможных классов образов, подлежащих распознаванию, и пусть

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{bmatrix} \quad (1)$$

есть вектор замеров признаков, где x_i представляет собой i -й замер. Тогда разделяющая функция $D_j(X)$, относящаяся к классу образов $\omega_j, j=1, \dots, m$, такова, что если входной образ, представленный вектором признаков X , принадлежит классу ω_i , то величина $D_i(X)$ должна быть наибольшей. Пусть $X \sim \omega_i$ обозначает, что вектор признаков X входного образа принадлежит классу ω_i . Тогда можно записать, что для всех $X \sim \omega_i$

$$D_i(X) > D_j(X), i, j=1, \dots, m, i \neq j. \quad (2)$$

Таким образом, в пространстве признаков Ω_x граница разбиений, называемая решающей границей, между областями, относящимися соответственно к классу ω_i и классу ω_j , выражается уравнением

$$D_i(X) - D_j(X) = 0. \quad (3)$$

Процесс построения СКПО как системы распознавания образов можно разбить на несколько этапов. *Первый этап* заключается в определении полного перечня признаков (параметров), характеризующих пожароопасную ситуацию. В соответствии со способами, которыми они могут быть определены, признаки подразделяются на группы детерминированные, вероятностные и логические. Детерминированными признаками, принимающими конкретные числовые значения, являются координаты местонахождения источника зажига-

ния (ИЗ) и горючих материалов (веществ) (ГМВ), а также температуры нагретых поверхностей, измеряемые техническими средствами. При рассмотрении детерминированных признаков ошибками измерений пренебрегают. Вероятностными признаками являются результаты прогноза разрушений и отказов оборудования, приводящие к разгерметизации трубопроводов и емкостей с жидкими и газообразными горючими веществами, с последующим определением координат их возможного распространения. Результаты прогноза изменений координат ИЗ и ГМВ также относятся к вероятностным признакам. Логическими признаками распознаваемых ситуаций можно рассматривать элементарные высказывания, принимающие два значения истинности («да», «нет») с полной определенностью. Логические признаки не имеют количественное выражение. К логическим признакам относятся такие признаки, у которых важна не величина признака у распознаваемой ситуации, а лишь факт попадания или непадения ее в заданный интервал. Логическими признаками являются: разрушения конструкций, теплоизоляции и электроизоляции, появление открытого пламени, электрической дуги или искр. Изменение технологического режима работы оборудования, связанное с изменением местоположения или параметров ГМВ и ИЗ также относится к логическим признакам, характеризующим пожароопасную ситуацию в помещении.

Второй этап заключается в определении множества ситуаций, связанных с изменением местоположения ГМВ и ИЗ, их параметров и состояний, которые могут произойти в корабельном помещении и привести к возникновению пожара, а также сценариев развития этих ситуаций [8–10]. Данная процедура может выполняться как с использованием математического моделирования, так и экспертным путем. Полученное множество ситуаций разбивается на классы: пожароопасная ситуация «ПОС» и «отсутствие ПОС».

На *третьем этапе* для полученного множества ситуаций разрабатывается априорный словарь признаков. При этом в словарь признаков включаются только те, относительно которых может быть получена априорная информация, необходимая для описания классов на языке этих признаков.

Четвертый этап состоит в описании классов ситуаций на языке признаков, включенных в априорный словарь этих признаков. Подобная задача не имеет однозначного решения, и в зависимости от объема исходной информации для ее решения могут быть использованы методы непосредственной обработки исходных данных, обучения и самообучения.

Если признаки распознаваемых ситуаций детерминированные, то описанием каждого класса ситуаций на языке этих признаков является его эталон, т.е. точка, сумма расстояний которой от точек описываемых объектов, принадлежащие данному классу, минимальна.

Если признаки распознаваемых ситуаций логические и имеют количественные выражения, то для описания классов ситуаций на языке признаков необходимо определить диапазоны значений признаков $\Delta x_j^i, j=1, \dots, N$, соответствующие классам $\Omega_i, i=1, \dots, m$. При этом каждый из отрезков может рассматриваться как элементарное логическое высказывание A, B, C, \dots . Если признаки распознаваемых ситуаций есть суждения качественного характера, то каждый из них также рассматривается как элементарное логическое высказывание A', B', C', \dots . Для описания классов на языке этих признаков определяют, какими из них характеризуется каждый класс, после чего устанавливают зависимость в форме булевых отношений между признаками $A, B, C, \dots; A', B', C', \dots$ и классами $\Omega_1, \dots, \Omega_m$.

Если распределение ситуаций по областям $D_i N$ -мерного пространства признаков для всех значений $i=1, \dots, m$ вероятностное, то для описания классов необходимо определить характеристики этих распределений: функции плотности вероятности $f_i(x_1, \dots, x_N)$ значений параметров x_1, \dots, x_N при

условии, что ситуации принадлежат классу Ω_i , априорные вероятности $P(\Omega_i)$ того, что ситуация, случайным образом произошедшая, окажется принадлежащей классу Ω_i .

Пятый этап заключается в разбиении априорного пространства признаков на области, соответствующие классам априорного алфавита классов («ПОС» и «отсутствие ПОС»). Подобное разбиение должно быть выполнено в некотором смысле оптимальным образом, например так, чтобы при этом обеспечивалось минимальное значение ошибок.

Требуется построить разделяющие функции $F_i(x_1, \dots, x_N)$, $i=1, \dots, m$, обладающие следующим свойством: если ситуация, имеющая признаки x_1^0, \dots, x_N^0 , относится к классу Ω_i , то величина $F_i(x_1^0, \dots, x_N^0)$ должна быть наибольшей. Такой же она должна быть и для всех других значений признаков ситуаций, относящихся к классу Ω_i . Если x_q обозначает вектор признаков ситуации, принадлежащей к Ω_g -му классу, то для всех значений вектора $X_q F_q(X_q) > F_g(X_q)$, $q, g=1, \dots, m, q \neq g$.

Шестой этап состоит в выборе алгоритмов распознавания, обеспечивающих отнесение распознаваемой ситуации к одному из классов. Алгоритмы распознавания основываются на сравнении меры близости или меры сходства распознаваемой ситуации с каждым классом. При этом если выбранная мера близости L данной ситуации ω с каким-либо классом Ω_g , $g=1, \dots, m$, превышает меру ее близости с другими классами, то принимается решение о принадлежности этой ситуации к классу Ω_g , т.е. $\omega \in \Omega_g$, если $L(\omega, \Omega_g) = \text{extr} L(\omega, \Omega_i)$, $i=1, \dots, m, i \neq g$.

В алгоритмах распознавания, базирующихся на использовании детерминированных признаков, в качестве меры близости удобно использовать среднееквадратичное расстояние между данной ситуацией ω и совокупностью ситуаций $\{\omega_{g1}, \dots, \omega_{gk}\}$, представляющих собой класс Ω_g :

$$L(\omega, \Omega_g) = \sqrt{k_g^{-1} \sum_{s=1}^{k_g} d^2(\omega, \omega_{gs})}. \quad (4)$$

В алгоритмах распознавания, базирующихся на использовании вероятностных признаков, в качестве меры близости может использоваться риск, связанный с решением о принадлежности распознаваемой ситуации к классу Ω_i , $i=1, \dots, m$. Необходимо иметь описание классов $\{f_i(\mathbf{x}), P(\Omega_i)\}$, $\mathbf{x} = \{x_1, \dots, x_N\}$ и риски правильных и ошибочных решений, представляющие собой элементы платежной матрицы вида

$$c = \begin{pmatrix} \tilde{n}_{11} & \tilde{n}_{12} & \dots & \tilde{n}_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{n}_{m1} & \tilde{n}_{m2} & \dots & \tilde{n}_{mm} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

По главной диагонали матрицы расположены потери при правильных решениях, а по обеим сторонам от нее – потери при ошибочных решениях. Если $\tilde{n}_{ii} < 0$, $i=1, \dots, m$, то такие отрицательные потери можно рассматривать как выигрыш при правильных решениях.

Имея значения признаков $x_1=x_1^0, x_2=x_2^0, \dots, x_N=x_N^0$ распознаваемой ситуации ω и обозначив это событие как a_N , можно определить риск, связанный с решением вида $\omega \in \Omega_g$:

$$R(\omega \in \Omega_g | a_N) = R(\Omega_g | a_N) = \sum_{i=1}^m c_{ig} P(\Omega_i | a_N), \quad (6)$$

где условная апостериорная вероятность того, что $\omega \in \Omega_i$, в ответствии с формулой Байеса равна

$$P(\Omega_i | a_N) = P(\Omega_i) f_i(x_1^0, \dots, x_N^0) / \sum_{i=1}^m P(\Omega_i) f_i(x_1^0, \dots, x_N^0) \quad (7)$$

В общем случае решение вида $\omega \in \Omega_g$ принимается в случае, если

$$R(\Omega_g | a_N) = \min_i R(\Omega_i | a_N). \quad (8)$$

В алгоритмах распознавания, базирующихся на использовании логических признаков, не используется понятие «мера близости». Когда построено описание классов на языке логи-

ческих признаков в виде соответствующих булевых соотношений (эквивалентности или импликаций), при подстановке в эти соотношения значений признаков, характеризующих распознаваемую ситуацию, автоматически возникает ответ к какому классу эта ситуация может быть отнесена и к каким она не относится.

Седьмой этап заключается в оптимизации разработанных алфавита классов ситуаций и словаря признаков с учетом ограничений на построение системы распознавания пожарной опасности. При этом следует учитывать как наличие или возможность создания конкретных средств наблюдения, так и ограниченность ресурсов (финансовых, материальных, временных, массо-габаритных, энергетических и т.п.) при проектировании и постройке корабля, составной частью которого является рассматриваемая система.

В контурах контроля и управления кораблем циркулирует достаточно информации, которая может быть прямо или косвенно использована для определения факта пожарной опасности. Исходная информация (ИИ) о пожарной опасности может быть разделена на следующие группы:

- данные технических средств контроля параметров технологических процессов, используемых в системах управления и контроля энергетическими установками, общекорабельными системами, электроэнергетической системой корабля;
- сведения датчиков систем пожарной сигнализации (СПС), систем автоматического включения средств пожаротушения (АВСП) и температурно-тревожной сигнализации (ТТС), датчиков наличия паров топлива, газоанализаторы и т.п.;
- информация от систем теле- и тепловизионного контроля (наличие разрушений, появление течи, пара, дыма, контроль температурного поля помещения/зоны/оборудования);
- данные о надежности технических средств (ТС) и оборудования;
- результаты диагностирования и прогнозирования состояния ТС, оборудования, кабельных трасс и т.п.;
- данные о проводимых и предстоящих ремонтах и профилактических работах (время, помещение, перечень ТС и оборудования, характер работ: сварка, демонтаж оборудования, покраска и т.п.);
- данные о приеме/выгрузке запасов, грузов, боезапаса;
- данные учета перемещаемых и расходующихся грузов;
- информация, получаемая непосредственно от членов экипажа (например: пожар, дым, запах горячей изоляции, разрушение трубопроводов с ГМВ и т.д.);
- данные о местонахождении, уровне знаний и практических навыков, психическом и физиологическом состоянии членов экипажа;
- информация о возможных пожароопасных ситуациях, полученная экспертным путем или с помощью моделирования.

Выбор того или иного вида алгоритма определяется в первую очередь характером используемой в процессе распознавания ИИ. Так, при использовании информации, получаемой от датчиков систем контроля, могут применяться детерминированные и логические алгоритмы. При использовании информации о надежности оборудования или об уровне подготовки членов экипажа могут применяться вероятностные алгоритмы распознавания. Наилучшие результаты по распознаванию ПОС можно получить, используя комбинированные алгоритмы распознавания, т.е. одновременно вероятностные, логические и детерминированные.

На рис. 2 представлена схема идеализированного корабельного помещения Δ , содержащая технические средства, обозначенные как A_1, A_2, A_3 .

Каждое техническое средство имеет режимы работы e_j^{di} и тепловыделяющую поверхность $A_1 - H_1, A_2 - H_{21}$ и H_{22} ,

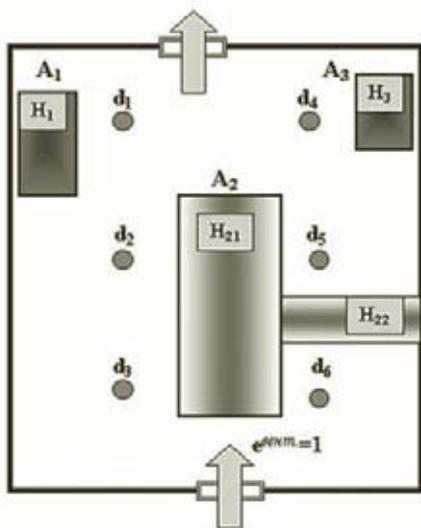


Рис. 2. Схема корабельного помещения

A₃–H₃. В помещении установлено 6 температурных адресных аналоговых датчиков СКПО d₁, d₂, ..., d₆. В помещении предусмотрена вентиляция, работающая в двух режимах e_j^{вент.} – включена/выключена. В формальном виде отобразить помещение и выразить динамику процессов, связанных с выделением тепла Q, можно следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta &= \{A_1, A_2, A_3, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, e^{\text{вент.}}, Z\}; \\ A_1 &= \{H_1, e_1^A, e_2^A, Q^{H_1}, \tau\}; \\ A_2 &= \{H_{21}, H_{22}, e_1^A, e_2^A, e_3^A, Q^{H_{21}}, Q^{H_{22}}, \tau\}; \\ A_3 &= \{H_3, e_1^A, e_2^A, Q^{H_3}, \tau\}; \\ e_j^A &= \{1, 0\}; e^{\text{вент.}} = \{1, 0\}; Z = \{1, 0\}; \\ d_k &= \{h_k, t_k, \tau\}; k=1, 2, \dots, 6; \tau=1, 2, \dots, g. \end{aligned} \quad (9)$$

Режимы работы технического средства A₁:

$$\begin{aligned} (e_1^A=1, e_2^A=0) &\rightarrow (Q^{H_1}=0)_{\tau}, \\ (e_1^A=0, e_2^A=1) &\rightarrow \left\{ \begin{aligned} &((Q^{H_1})_{\tau+n} < (Q^{H_1})_{\tau+n+1}, n=1, 2, \dots, p), \\ &((Q^{H_1})_{\tau+n} = (Q^{H_1})_{\tau+n+1} = \text{const}, n > p). \end{aligned} \right. \end{aligned} \quad (10)$$

Режимы работы технического средства A₂:

$$\begin{aligned} (e_1^A=1, e_2^A=0, e_3^A=0) &\rightarrow (Q^{H_{21}}=0, Q^{H_{22}}=0)_{\tau}, \\ (e_1^A=0, e_2^A=1, e_3^A=0) &\rightarrow \left\{ \begin{aligned} &(((Q^{H_{21}})_{\tau+n-1} < (Q^{H_{21}})_{\tau+n}), n=1, 2, \dots, c), \\ &((Q^{H_{21}})_{\tau+n} = \text{const}, n > c), \\ &(Q^{H_{22}})_{\tau+n} = 0 \end{aligned} \right. \}, \\ (e_1^A=0, e_2^A=0, e_3^A=1) &\rightarrow \left\{ \begin{aligned} &(((Q^{H_{21}})_{\tau+n-1} < (Q^{H_{21}})_{\tau+n}), n=1, 2, \dots, c), \\ &(((Q^{H_{22}})_{\tau+n-1} < (Q^{H_{22}})_{\tau+n}), n=1, 2, \dots, b), \\ &((Q^{H_{21}})_{\tau+n} = \text{const}, n > c), \\ &((Q^{H_{22}})_{\tau+n} = \text{const}, n > b). \end{aligned} \right. \end{aligned} \quad (11)$$

Режимы работы технического средства A₃:

$$\begin{aligned} (e_1^A=1, e_2^A=0) &\rightarrow (Q^{H_3}=0)_{\tau}, \\ (e_1^A=0, e_2^A=1) &\rightarrow \left\{ \begin{aligned} &(Q^{H_3})_{\tau+n-1} < (Q^{H_3})_{\tau+n}, n=1, 2, \dots, l \\ &(Q^{H_3})_{\tau+n-1} = (Q^{H_3})_{\tau+n} = \text{const}, n > l. \end{aligned} \right. \end{aligned} \quad (12)$$

Алгоритмы распознавания пожароопасных ситуаций для рассмотренного помещения, построенные по принципу распознавания аномального повышения температуры, будут иметь вид

$$\left(((t^{d_1})_{\tau+n} - (t^{d_1})_{\tau+n-1}) > 0 \right) \wedge \left(e_1^A=0, e_2^A=1, e_3^A=1, e_1^{\text{вент.}}=1, e_2^{\text{вент.}}=0 \right) \rightarrow (Z=0); \quad (13)$$

$$\left(((t^{d_1})_{\tau+n} - (t^{d_1})_{\tau+n-1}) > 0 \right) \wedge \left(e_1^A=1, e_2^A=0, e_3^A=1, e_1^{\text{вент.}}=1, e_2^{\text{вент.}}=0 \right) \rightarrow (Z=1).$$

$$\left(((t^{d_5})_{\tau+n} - (t^{d_5})_{\tau+n-1}) > 0 \right) \wedge \left(e_1^A=0, (e_2^A=1) \vee (e_3^A=1), e_1^{\text{вент.}}=1, e_2^{\text{вент.}}=0 \right) \rightarrow (Z=0); \quad (14)$$

$$\left(((t^{d_5})_{\tau+n} - (t^{d_5})_{\tau+n-1}) > 0 \right) \wedge \left(e_1^A=1, e_2^A=1, e_1^{\text{вент.}}=1, e_2^{\text{вент.}}=0 \right) \rightarrow (Z=1).$$

$$\left((t^{d_2})_{\tau+n} - (t^{d_2})_{\tau+n-1} > a_1 \right) \wedge \left((e_2^A=1) \vee (e_3^A=1), e_1^{\text{вент.}}=0 \right) \rightarrow (Z=1); \quad (15)$$

$$\left((t^{d_2})_{\tau+n} - (t^{d_2})_{\tau+n-1} > a_2 \right) \wedge \left((e_2^A=1) \vee (e_3^A=1), e_1^{\text{вент.}}=1 \right) \rightarrow (Z=1).$$

$$a_2 > a_1.$$

Алгоритм (15) предназначен для распознавания возникновения пожароопасной ситуации при разрушении теплоизоляции H₂₁.

Алгоритм распознавания, основанный на контроле динамики изменения температурного поля, представлен выражениями

$$\{e_1^A, e_2^A, e_1^A, e_2^A, e_3^A, e_1^A, e_2^A, e_3^A, e^{\text{вент.}}\}_j \rightarrow \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{61} & a_{61} & \dots & a_{6k} \end{vmatrix}, \quad (16)$$

$$a_{in} = (t^{d_i})_{\tau=n}, \tau=1, 2, \dots, k.$$

$$\begin{vmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{6n} \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{16} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{26} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c_{61} & c_{61} & \dots & c_{66} \end{vmatrix} = C_n, \quad (17)$$

$$c_{in} = \begin{cases} 1, & \text{если } a_{in} R a_{in} (a_{1n}, \dots, a_{6n}) \in R; \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (C_n = C_n^0) \rightarrow Z=0; \\ (C_n \neq C_n^0) \rightarrow Z=1. \end{cases} \quad (18)$$

Здесь C_n представляет собой квадратичную матрицу парного сравнения значений температур a_{in}, измеренных шестью датчиками для n-го шага времени, которая сравнивается с заданным заранее или сформированным в процессе обучения системы эталонным образом, представленным матрицей C_n⁰.

Рецензенты:

Е.А. Бубнов, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Третьяков, канд. техн. наук

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1989. – 232 с.
2. Фор А. Восприятие и распознавание образов. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
3. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. – М.: Наука, 1971. – 256 с.
4. Он же. Структурные методы в распознавании образов. – М.: Наука, 1977.
5. Дмитриев А.К. Распознавание отказов в системах электротракторматики. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 104 с.
6. Гренандер У. Лекции по теории образов. Т. 1: Синтез образов. – М.: Мир, 1979. – 384 с.
7. Он же. Лекции по теории образов. – Т. 3: Регулярные структуры. – М.: Мир, 1983. – 430 с.
8. Круглеевский В.Н. Методы автоматизации процессов обнаружения пожарной опасности в корабельных помещениях. – Мат-лы науч.-техн. конф., СПб., ВМИИ, 2002.
9. Он же. Метод формального описания процесса контроля пожарной опасности в корабельных помещениях. – Мат-лы науч.-техн. конф., СПб., ВМИИ, 2002.
10. Он же. Принципы математического моделирования процессов развития пожароопасных ситуаций в корабельных помещениях. – Мат-лы науч.-техн. конф., СПб., ВМИИ, 2002. ■

МИРОВОЕ СУДОСТРОЕНИЕ В 2014 Г. - КУРС НА GREEN SHIPPING

ЧАСТЬ 1

Е.А. Горин, д-р эконом. наук, гл. науч. сотрудник
Института проблем региональной экономики РАН;
К.С. Чернов, представитель «Hamburg Messe und Congress GmbH»
в Российской Федерации,
gorin_ea@mail.ru, constanta-expo@inbox.ru

В этой статье продолжим обсуждение проблем, ставших предметом дискуссий на прошедшей с 8 по 12 сентября 2014 г. 26-й международной судостроительной выставке «Shipbuilding & Marine Machinery».

Несомненно, самыми значимыми темами на SMM-2014 стали повышение эффективности морской техники и охраны окружающей среды. Здесь будет уместно привести слова д-ра Stephan Timmermann, члена правления «MAN Diesel & Turbo»: «В свете экономических и структурных вызовов отрасль продемонстрировала уверенность в своей перспективности и постоянстве экономического успеха». Компания «MAN Diesel & Turbo» поддержала этот оптимизм лозунгом «The Power of Shipping», подтвердив свою прочную приверженность морской индустрии.

Было продемонстрировано желание судовладельцев совместно с судостроителями и поставщиками оборудования развивать новые идеи и технологии для реализации такой благородной задачи, как охрана природы, одновременно оптимизируя эксплуатационные и стоимостные параметры.

Как известно, среди транспортных средств именно морские перевозки наиболее экологичны. Вклад судов в глобальное загрязнение атмосферы двуокисью углерода оценивается на уровне 2,7%. Тем не менее принятые жесткие меры по ограничению объемов вредных выбросов, в том числе окислов серы почти до нуля, будут постепенно распространяться на более чем 60 тыс. действующих и строящихся судов и заставят применять более эффективные системы движения, проводить дорогостоящую очистку мазута или использовать альтернативное топливо, в первую очередь сжиженный природный газ.

Именно применение природного газа стало центральной темой выставки. Большой интерес вызывают прежде всего концепции его использования. Так, фирма «Wärtsilä», один из ведущих производителей двигателей, уже многие годы работает над созданием более эффективных судовых двигателей. Руководитель правления этой компании Björn Rosengren заявил: «Большее эффективность у двигателей – это глобальный тренд во всем судоходстве... С января 2015 г., когда вступят в силу более жесткие требования к загрязнениям судами окружающей среды в зоне Северного и Балтийского морей, этой теме будет уже не избежать, и, если сегодня по всему миру ходит около 50 судов с двигателями на сжиженном природном газе, то в 2020 г. их может стать уже 1300».

До настоящего времени большинство судов использует в качестве топлива

мазут. На рис. 1 показаны доли мирового потребления различных типов судового топлива [1]. Дальнейшие перспективы использования различных видов топлива, переоборудование эксплуатируемых судов с целью достижения требуемых экологических параметров и определение типа энергоустановок на новых проектах – тема сегодняшних острых дискуссий, особенно актуальных для судов, эксплуатируемых в зонах контроля выбросов.

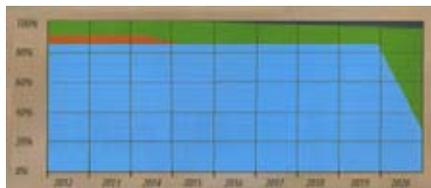


Рис. 1. Уровень мирового потребления различных типов судового топлива:

1 (голубой) – HFO (Heavy Fuel Oil) – мазут; 2 (оранжевый) – LSHFO (Low Sulphur Heavy Fuel Oil) – мазут с пониженным содержанием серы; 3 (зеленый) – MGO (Marine Gas Oil) – дизельное топливо; 4 (красный) – LNG (Liquefied Natural Gas) – сжиженный природный газ

Существенно, что стоимость получения мазута с содержанием серы в пределах 0,1% из высокосернистого мазута при гидроочистке выше стоимости производства дизельного топлива из того же мазута. По-видимому, в зонах контроля выбросов существующий флот сможет эксплуатироваться только после дорогостоящей модернизации и установки скрубберов, а реальное обновление судового парка с ориентацией на сжиженный природный газ начнется к 2020 г.

ИМО установила три уровня для снижения выбросов окислов азота и серы от работы судовых двигателей. Первый уровень – ИМО Tier I – действует с 2000 г., второй – ИМО Tier II – с 2011 г. и определяет снижение выбросов на 20% по сравнению с первым уровнем. Уровень – ИМО Tier III – уменьшение выбросов на 80% по сравнению с первым уровнем. На рис. 2 показаны установленные ИМО MARPOL 73/78 Annex VI ограничения на выбросы окислов азота и серы с ужесточением по годам и в особо контролируемых зонах ECA – Emission Control Areas) [2].

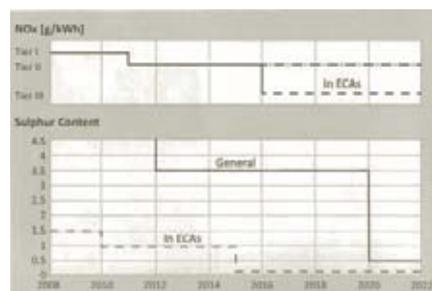


Рис. 2. Установленный уровень снижения выбросов окислов азота и серы по годам и в особо контролируемых зонах

Количество окислов серы в выбросах напрямую зависит от концентрации серы в моторном топливе. Соответственно, возможны три варианта решения: очистка исходного топлива, фильтрация продуктов сгорания и применение альтернативных видов топлива. При анализе этих возможностей по техническим и стоимостным параметрам предпочтение отдается сжиженному природному газу.

Обсуждается и финансовая сторона вопроса. Продолжаются дискуссии судовладельцев вокруг возникающих с января 2015 г. требований к содержанию не более 0,1% окислов серы в судовом топливе для зоны контроля выбросов, которая в Северной Европе включает Балтийское и Северное моря, пролив Ла-Манш. Ограничение в содержании окислов серы до 0,1% по сравнению с используемым сегодня топливом с содержанием окислов серы около 1% приводит к его удорожанию до 50%.

Рост стоимости топлива, например, только для Maersk Line при годовой закупке около 650 тыс. т оценивается в 250 млн долл., бункеровочные затраты в расчете на транспортировку одного 40-футового контейнера возрастут на 50–150 долл.

Здесь стоит напомнить, сколько судов мирового торгового флота находится в эксплуатации. Только нефтяных танкеров дедевитом более 10 тыс. т по информации Clarkson Research Services – около 6 тыс. ед. общим дедевитом более 500 млн т (табл. 1).

Возможно, стоит учитывать положительный опыт норвежского фонда NOx Fund по внедрению энергосберегающих технологий, в том числе приме-

Мировой танкерный и балкерный флот

Тип судов	Состояние на конец 2013 г.			Изменение, 2013/2012		Заказы (на июль 2014 г.)
	Кол-во, ед.	Дедвейт, млн.т	Средний возраст	Кол-во, %	Дедвейт, %	
Танкерный флот, всего	8549	516	11	+1,6	+1,8	952
– дедвейтом меньше 10 тыс.т	2737	15	15	+2,4	+2,8	176
– дедвейтом 10–30 тыс.т	1486	25	10	0	0	121
– дедвейтом 30–60 тыс.т	1897	83	9	+2,6	+3,3	380
– дедвейтом 60–80 тыс.т	414	30	8	+0,2	0	35
– дедвейтом 80–120 тыс.т	901	97	9	-0,1	-0,01	118
– дедвейтом 120–200 тыс.т	494	76	8	+4,9	+4,9	38
– дедвейтом 200–320 тыс.т	620	190	8	+1,5	+1,8	84
Продуктовые танкеры, всего	3441	134	11	+1,2	+2,4	544
– дедвейтом меньше 10 тыс.т	981	6	17	0	0	113
– дедвейтом больше 10 тыс.т	2460	128	9	+1,8	+2,5	431
Балкерный флот, всего	9992	724	9	+3,7	+5,7	2065
– дедвейтом 10–40 тыс.т	3086	87	11	-1,8	-0,01	479
– дедвейтом 40–100 тыс.т	5341	343	8	+7,2	+8,3	1227
– дедвейтом более 100 тыс.т	1565	293	7	+3,8	+4,9	359

нения в качестве судового топлива сжиженного природного газа. На эти цели было направлено 970 млн долл., и более 100 норвежских судов в 2017 г. будут работать на таком топливе. Как свидетельствует наименование фонда, основным источником средств для его финансирования стали начисления за превышение выбросов окислов азота с работающих в норвежских водах судов. Планировалось завершить функционирование этого фонда через три года, поскольку он был сформирован в 2007 г. на срок 10 лет. Однако, учитывая расширение спектра проблем для судоходных компаний – рост различных правовых ограничений, необходимость использования новых систем управления, двигателей и топлива, требования по энергосбережению и борьбе с загрязнением окружающей среды, – национальный Совет судовладельцев высказывает пожелания о продолжении деятельности этой структуры.

Учитывая требуемые серьезные финансовые затраты и организационные усилия для решения стоящих перед всеми судовладельцами задач, в том числе по совершенствованию энергоустановок или снижению к 2020 г. содержания окислов серы в судовом мазуте с 3,5% до 0,5%, в других странах и в международном масштабе реализуются некие аналоги норвежского NOx Fund, например, ассоциация американского «Carbon War Room» и «University of London Energy Institute» или совместные проекты голландской «Man Diesel & Turbo» и «PrimeServ Trident», компании «International Paint» и «Gold Standard Foundation». Уже год существует германская ассоциация «LNG Initiative Nordwest», ориентированная на идеологию Green Shipping [3].

Комплексными системами хранения и бункеровки сжиженного природного газа оснащаются все большее число портов. В настоящее время портов с LNG

терминалами насчитывается: в Европе – 15, в Северной Америке – 2, в Южной Америке – 1, в Азии – 42, в Африке – 14, в Австралии – 1. Соответственно, бункеровочными терминалами оборудованы: 26, 4, 1, 42, 3 и 1. Имеется или создается необходимая заправочная инфраструктура в Европе и в Азии – по 5 ед. [4].

Судостроители Норвегии одними из первых начали широко применять в качестве топлива сжиженный природный газ. Находящийся в городе Берген завод «Bergen Mekaniske Verksted» выпускает двигатели с 1943 г. и уже в 1991 г. изготовил первую газовую турбину, которую установили на датское судно «Langa». На рис. 3 представлен норвежский круизный паром «Bergensfjord», использующий четыре газовых дизеля мощностью 5400 кВт каждый и развивающий скорость 21,5 уз. Судно вступило в строй в марте 2014 г. следом за аналогичным «Stavangerfjord», эксплуатируемым на этой линии с лета 2013 г. Корпуса этих судов были построены на польской верфи «Stocznia Gdansk» и дооборудованы на норвежской «Rissa Yard», входящей в «Bergen Group Fozen».

С марта 2014 г. компания «Skangass» осуществляет бункеровку принадлежащих Fjord Line's паромов в гавани Risavika



Рис. 3. Норвежский круизный паром «Bergensfjord», использующий в качестве топлива обедненную газовую смесь

прямо с пассажирами на борту. Построенный газопровод длиной 750 м от газового завода до причала обеспечивает необходимую безопасность и позволяет избежать лишних затрат, связанных с ранее практиковавшимися заходами этих судов на заправку в датский Hirtshals с 600 км дополнительного перехода.

Суда третьей в мире контейнерной компания «СМА CGM Group» с 2005 до 2015 г. снизят выбросы углекислого газа на 50%. Введенный в эксплуатацию в 2013 г. контейнеровоз «Jules Verne» уже полностью соответствует требованиям ИМО 2025 по параметрам энергоэффективности. С целью повышения экономичности эта компания с 2013 г. делает новые обводы носовой оконечности на своих судах, уже переоборудованы три контейнеровоза 8500 TEU и планируется реконструкция еще 25 судов. Одновременно в кооперации с китайскими судостроителями суда компании оборудуются для LNG.

Регистром Ллойда классифицирован новый экологичный double-ended голландский паром «Texelstroom», который в качестве топлива будет использовать сжатый природный газ. Судно, рассчитанное на перевозку 1750 пассажиров и 350 автомобилей, строится на испанской верфи «LaNaval Shipyard» со сроком завершения в конце 2015 г. и будет курсировать между островом Тексел и городом Ден-Хелдер в Северной Голландии.

Концепт этого уникального парома разработало голландское архитектурное бюро «Vripack» для туристического оператора «Royal N. V. Texels Eigen Stoomboot Onderneming» (TESO). «Обычно паром – это настоящий и полноценный корабль, но мы решили отойти от этого видения и взять за основу нашего концепта то, что паром – это еще и мост, ведущий к острову. Мы хотим сделать так, чтобы человек, ступающий на палубу парома как бы ступал уже на сам остров», – пояснил идею дизайнеров Robin de Vries из компании «Vripack».

Интересно, что по замыслу проектантов линия палубы нового парома повторяет по форме взмах крыла одной

из видов птиц – малой крачки, которая обитает на о. Тексел. Это придает судну необычный, но современный и легкоузнаваемый вид.

Паром оборудуется двумя независимыми энергоустановками – дизельной и универсальной. Основной энергоноситель – природный газ – находится в двух палубных цистернах. Контроль со стороны программы Европейского Союза «I. Transfer» заставил проектировщиков предусмотреть и другие экологически чистые источники энергии: на судне размещается 700 м² солнечных батарей. На каждой оконечности судна устанавливаются азимутальные двигатели Rolls Royce, обеспечивающие эксплуатационную скорость 10 уз и максимальную – 15 уз.

Такое судно имеет ледовый класс и соответствует высокой категории PCAC (Passenger and Crew Accommodation Comfort). Можно процитировать слова вице-президента по пассажирским судам Регистра Ллойда г-на John Hicks: «В данном случае продемонстрированы возможности сертификационных организаций в сотрудничестве с судостроителями и судовладельцами реализовывать самые современные технологии в проекте максимально эффективного и безопасного парома» [5].

Для создания первого в мире судна для бурения скважин, энергообеспечение которого основано на сжиженном природном газе, были объединены усилия американского Classification Society, ABS, Houston, TX и южнокорейской «Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering» (DSME). Будущее судно будет работать в Мексиканском заливе и станет прототипом для дальнейшего использования LNG в новых североамериканских судостроительных проектах с целью экономии топлива и охраны окружающей среды, учитывая требования North American Emissions Control Area.

Такая же задача решается при реализации контракта стоимостью 165 млн долл. на строительство трех паромов вместимостью 600 пассажиров, использующих в качестве топлива сжиженный природный газ, на польской верфи «Remontowa Shipbuilding». Два первых парома будут использоваться на маршруте Comox–Powell River route и третий – на Tsawwassen–Southern Gulf Islands route. Длина паромов – 105 м, срок сдачи – с августа 2016 г. по февраль 2017 г.

Необходимость использования LNG в качестве судового топлива для американских судовладельцев определялась требованиями ИМО по ограничению с 2009 г. вредных выбросов в 200-мильной зоне у берегов США и Канады в соответствии с Правилами предотвра-



Рис. 4. Так будет выглядеть контейнеровоз транспортной группы TOTE с экологичной двигательной установкой и размещенными на палубе емкостями для сжиженного природного газа

щения загрязнения воздушной среды с судов Marpol Annex VI. Уже с января 2015 г. содержание окислов серы ограничивается на уровне 0,1%, а в 2016 г. – жесткие условия накладываются на содержание окислов азота.

Стоит отметить, что Агентство по охране окружающей среды США (U.S. Environmental Protection Agency) оценило затраты судовладельцев по обеспечению вышеуказанных требований до 2020 г. в сумме 3,2 млрд долл. и одновременно эффект от этого для сохранения здоровья населения за этот период – около 110 млрд долл. [6].

Уже больше года назад находящаяся в Новом Орлеане компания «Harvey Gulf International Marine, Inc.» объявила о строительстве новой серии судов по обслуживанию морских платформ, использующих в качестве топлива и сжиженный природный газ.

К таким проектам, которые для североамериканских верфей оцениваются в 3 млрд долл., присоединился крупный морской перевозчик – группа TOTE. В конце 2012 г. им начато переоборудование построенного в 2003 г. судна класса Orca под использование LNG в качестве судового топлива. Объявлено о строительстве первого в мире контейнеровоза 3100 TEU на таком топливе класса Marlin для General Dynamics–NASSCO с началом эксплуатации в начале 2016 г.. Рабочий проект разрабатывается южнокорейской «Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering» и будет завершен к маю 2015 г.. Возможный внешний вид судна представлен на рис. 4. Энергетическая установка создается южнокорейской «Doosan Engine» по лицензии «MAN Diesel and Turbo», фирмой «Cryos» уже изготовлены две стальные криогенные емкости объемом 900 м³ и весом 380 т каждая.

Возрастающие экологические требования и продолжающиеся сдвиги в общеэкономической ситуации приводят к повышению внимания к развитию внутренних водных путей. В июне 2014 г. в США был принят законодательный акт The Water Resources Reform and Development Act, меняющий струк-

туру отчислений для известного проекта модернизации водной транспортной инфраструктуры Olmsted Locks and Dam Project с увеличением доли General Fund до 85% и снижением доли Inland Waterways Trust Fund в этих расходах до 15%. Еще в 2011 г. капиталовложения в этот проект оценивались почти в 3 млрд долл. Предполагается, что возросшие налоги на коммерческие перевозки (исходя из объема потраченного топлива) дадут более 100 млн долл., позволят реализовать другие проекты совершенствования внутренних водных артерий, учитывая, что большинство шлюзов и плотин были построены в 20–30-х гг. прошлого века. Эксперты полагают, что 1 долл., вложенный в такие проекты, даст до 10 долл. в национальный бюджет [7].

Новаторские проектные решения автомобильных и пассажирских паромов с применением очищенного дизельного топлива, учитывающие ужесточающиеся экологические требования, предлагаются компанией «DNV GL» для перевозок в устье р. Эльба [8].

Хотелось бы обратить внимание на этот опыт, поскольку для России речная транспортная сеть может быть даже более значима, чем для США или любой другой страны мира.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Границы заданы // Вести Морского Петербурга. – 2014. – № 3 (35). С. 14–15.
2. Machinery Technology // The Ship Efficiency Insight. – 2014. – Issue 2. – P. 29–30.
3. Review of successful activities // HANSA International Maritime Journal. – 2014. – Vol. 151. – № 9. – P. 176.
4. Feature Focus // The Ship Efficiency Insight. – 2014. – Issue 2. – P. 17–18.
5. Hicks J. The Ecological Ferry // Marine Log. – 2014. – Vol. 119. – № 8. – P. 9.
6. Snyder J. R. A «kid from Brooklyn» pushes TOTE onto the world maritime stage // Marine Log. – 2014. – Vol. 119. – № 8. – P. 16–20.
7. Toohy M. J. The Water Resources Reform // Marine Log. – 2014. – Vol. 119. – № 8. – P. 6.
8. Zero Emission For The River Elbe // Maritime Impact. – 2014. – № 2. – P. 44–45. ■

Аля обеспечения национальной безопасности РФ в условиях санкционного давления, нарушения кооперационных связей с традиционными партнерами ближнего зарубежья и увеличения внешних угроз становится актуальным совершенствование отечественного научно-производственного потенциала оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России. В соответствии с государственной программой вооружения РФ кораблестроительным программам уделяется особое внимание. В настоящее время для ВМФ строится большое количество новых кораблей (пр. 20380, 20385, 22350, 11356) и подводных лодок (пр. 955 А, 885 М, 677, 06363). Все новые и модернизируемые надводные корабли (НК) и подводные лодки (ПЛ) ВМФ должны оснащаться современным и перспективным морским подводным оружием (МПО).

В соответствии с концепцией развития МПО на краткосрочный период (2015–2020 гг.) требуется комплексная модернизация при условии сокращения номенклатуры образцов торпедного и ракетно-торпедного оружия; средств самообороны ПЛ и НК; минного, противоминного оружия; необитаемых подводных аппаратов, а также создание круглогодичного многоцелевого глубоководного полигона для испытаний всех видов МПО.

На среднесрочный период (2016–2025 гг.) необходимы:

1) разработка перспективных образцов традиционных видов МПО для использования в сложной помеховой обстановке против малозаметных целей, их оружия и вооружения, а также подледных минных заграждений, включающих специальные морские мины, устанавливаемые на боевое дежурство подо льдом в нашей зоне Арктики;

2) создание принципиально новых видов МПО и средств ведения военных действий на море:

- интегрированной системы информационного обеспечения боевых действий на море;
- высокоскоростного подводного оружия;
- боевых подводных роботов различного назначения;
- средств противовоздушной обороны ПЛ ВМФ и дистанционного обнаружения противолодочной авиации ВМС иностранных государств;
- средств борьбы с подводными аппаратами различного назначения и системой информационного обеспечения вероятного противника и др.

Безотлагательно требуется серийное производство торпед четвертого поколения, комплексов средств противоторпедной защиты и самоходных приборов гидроакустического противодействия.

Таким образом, перед концерном «Морское подводное оружие – Гидроприбор» стоят актуальные задачи: развернуть в полном объеме производство современного МПО, провести комплексную модернизацию МПО, разработать перспективные образцы традиционных видов МПО, создать принципиально новые виды МПО и средства ведения вооруженной борьбы на море путем интеграции МПО и морских робототехнических систем.

Ключевое место среди перечисленных выше задач занимает организация адекватной системы подготовки высококвалифицированных кадров по проектированию, производству, испытанию и эксплуатации МПО и мобильных подводных робототехнических систем в СПбГМТУ на факультете морского приборостроения.

В качестве асимметричного решения задачи подготовки кадров в отличие от традиционной линейной схемы образовательной деятельности в СПбГМТУ совместно с Концерном

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ КОНЦЕРНА «МОРСКОЕ ПОДВОДНОЕ ОРУЖИЕ- ГИДРОПРИБОР» НА ПРИМЕРЕ СПБГМТУ

В. В. Патрушев, ген. директор ОАО Концерн «МПО–Гидроприбор»,
А. К. Филимонов, д-р техн. наук, проф., проректор,
А. Б. Акопян, начальник УВЦ,
Д. И. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент УВЦ, СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 714 0644

«Морское подводное оружие–Гидроприбор» создается отраслевой Научно-образовательный центр (НОЦ), включающий научно-исследовательские лаборатории (НИЛ) и базовую кафедру «Корабельное вооружение» [1, 2]. Инновационным ядром НОЦ должны стать совместные НИЛ, а создаваемая в концерне базовая кафедра становится аппарелью для привлечения в соответствие интересов стратегических партнеров: заказчика кадров – Концерн «МПО–Гидроприбор» и исполнителя – факультета морского приборостроения (ФМП) СПбГМТУ.

На ФМП СПбГМТУ создан современный учебно-методический комплекс, который обеспечивает двухуровневую подготовку по следующим направлениям и специальностям:

1. Корабельное вооружение, включающее профили:
 - морская акустика и гидрофизика;
 - самоходные подводные аппараты;
 - позиционные подводные аппараты;
 - автоматические системы управления морской техникой;
 - морские информационные системы и оборудование;
 - корабельные автоматизированные комплексы и информационно-управляющие системы.
2. Управление в технических системах.
3. Мехатроника и робототехника.
4. Информатика и вычислительная техника.

Также на ФМП СПбГМТУ ведется подготовка по следующим магистерским программам:

1. Управление и автоматизация систем и объектов морской техники.
2. Информационно-измерительные системы и приборы морской техники.
3. Вычислительная техника в системах управления морскими объектами.
4. Мехатронные и робототехнические системы.

Специальности ФМП СПбГМТУ:

1. Применение и эксплуатация технических систем надводных кораблей и подводных лодок.
2. Проектирование, производство и испытание корабельного вооружения и информационно-управляющих систем.

На рис. 1 представлена схема инновационной подготовки кадров в СПбГМТУ.

Реализуя указанную схему совместной подготовки специалистов, СПбГМТУ в ходе работы в НОЦ будет получать от заказчика обратную связь, которая позволит корректировать и совершенствовать инженерную подготовку и оперативно внедрять в учебный процесс образовательные программы благодаря праву СПбГМТУ самостоятельно устанавливать образовательные стандарты. Привлечение студентов к решению прикладных задач проектирования образцов МПО поз-

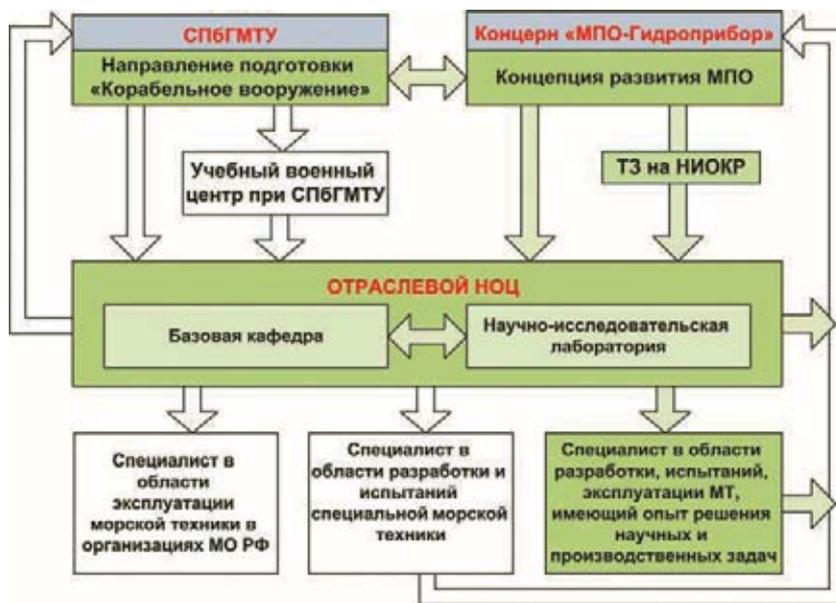


Рис. 1. Схема инновационной системы подготовки высококвалифицированных кадров в СПбГМТУ

воляет приобрести им навыки научной работы. Инновационная и проектная подготовка специалистов в НОЦ дает студентам новые компетенции и служит важнейшим фактором, обеспечивающим конкурентоспособность выпускников СПбГМТУ.

В качестве пилотного проекта подготовки специалистов в СПбГМТУ создается научно-исследовательская лаборатория «Программно-аппаратных систем контроля МПО» [3].

Многоуровневая система подготовки высококвалифицированных кадров должна включать как традиционные подходы к обучению (лекционные, групповые, практические занятия), так и активное использование в процессе обучения учебно-тренировочных средств (УТС) (рис. 2) и проведение занятий на предприятии (цеха, производственные площадки, испытательные стенды).

При этом развитие УТС должно осуществляться как силами СПбГМТУ, так и с использованием возможностей Концерна «Морское подводное оружие–Гидроприбор» (в части учебно-действующих образцов МПО). Так, в СПбГМТУ уже сейчас создаются различные УТС (программно-методические комплексы и тренажеры), которые используются при подготовке специалистов, эксплуатирующих МПО ВМФ.

Интеграция гражданского и военного образования позволит студентам приобрести более полные, в том числе практические знания, о жизненном цикле образцов МПО и вооружения. Одним из основных условий подготовки высококвалифицированных специалистов для Концерна «Морское подводное оружие–Гидроприбор» должно стать раннее начало подготовки студентов (начиная с третьего курса).

Координируя направление подготовки «Корабельное вооружение» в соответствии со стратегией развития МПО, интегрируя материально-технические ресурсы Концерна «Морское подводное оружие–Гидроприбор», интеллектуальный потенциал СПбГМТУ и военное образование (Учебный военный центр при СПбГМТУ), реализуется гибкая методология подготовки высококвалифицированных кадров и решаются следующие основные задачи:

1) повышение качества подготовки специалистов путем практико-ориентированной работы студентов в НОЦ по техническим заданиям заказчика на НИОКР и внедрением в учебный

процесс передовых научных знаний и результатов научно-технических разработок;

2) сокращение сроков адаптации выпускников СПбГМТУ под конкретные рабочие места и закрепление молодых специалистов в Концерне «Морское подводное оружие–Гидроприбор».

Таким образом, предложена система подготовки инновационных высококвалифицированных кадров для Концерна «Морское подводное оружие–Гидроприбор».

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минобрнауки РФ от 6 марта 2013 г. № 160 «Об утверждении Порядка создания в образовательных организациях, реализующих образовательные программы высшего образования, научными организациями и иными организациями, осуществляющими научную (научно исследовательскую) деятельность, лабораторий, осуществляющих научную (научно исследовательскую) и (или) научно-техническую деятельность».
2. Приказ Минобрнауки РФ от 14 августа 2013 г. № 958 «Об утверждении Порядка создания профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы».
3. Соглашение о создании научно-исследовательской лаборатории на базе СПбГМТУ при участии Концерна «Морское подводное оружие – Гидроприбор» от 25.12.2014, СПбГМТУ, отдел учёного секретаря. ■



Рис. 2. Необходимый состав УТС для подготовки кадров

25 декабря 2014 г. в Смольном состоялась торжественная церемония вручения государственных наград. В числе награжденных – генеральный директор–генеральный конструктор Центрального морского конструкторского бюро «Алмаз» Александр Васильевич Шляхтенко, которому был вручен орден «За заслуги перед Отечеством» III степени.

В бюро он пришел в 1972 г. сразу после окончания Корабелки. С тех пор вся деятельность Александра Васильевича связана с «Алмазом».



За его плечами – огромный конструкторский и организационный опыт. С 1987 по 1990 г. Александр Васильевич работал в Индии государственным консультантом – руководителем группы советских специалистов, осуществляя техническое руководство строительством на вер-

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР- ГЕНЕРАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР ЦМКБ «АЛМАЗ» А. В. ШЛЯХТЕНКО НАГРАЖДЕН ОРДЕНОМ «ЗА ЗАСЛУГИ ПЕРЕД ОТЕЧЕСТВОМ» III СТЕПЕНИ

фях в Бомбее и Гоа «алмазовских» ракетных катеров пр. 1241РЭ для ВМС Индии. Там он приобрел бесценный опыт организаторской работы и развития партнерских отношений с зарубежными заказчиками.

В 1991 г. А. В. Шляхтенко назначили главным инженером ЦМКБ

«Алмаз», а в 1992 г. – руководителем этого проектного бюро. Под его руководством был создан корабль XXI в. – корвет пр. 20380 типа «Стережущий», серия которых несет службу в составе ВМФ России и продолжает строиться. По проектам бюро разработано большое количество кораблей, судов и катеров для различных заказчиков, в том числе и на экспорт. Труд доктора технических наук, профессора А. В. Шляхтенко неоднократно был отмечен правительством: в 1999 г. ему вручили орден Почета, а в 2006 г. – орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Он лауреат ряда государственных и отраслевых премий. Получая очередную награду из рук губернатора Санкт-Петербурга Г. С. Полтавченко, Александр Васильевич сказал, что именно в это время на ходовые испытания вышло уникальное спасательное судно «Игорь Белоусов» пр. 21300 «Дельфин», построенное на «Адмиралтейских верфях», а значит, это награда всему коллективу «Алмаза». ■

К 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

У большинства моряков и судостроителей послевоенных поколений словосочетание «торпедный катер» прочно ассоциируется с именем авиаконструктора Туполева. С катерами Г-5 – такое обозначение они получили впоследствии – связаны общие представления о военных подвигах советских катерников.

Между тем кажущийся до сих пор вполне естественным облик советского торпедного катера сформировался в условиях и обстановке, весьма далеких от флотской реальности тех лет.

Рабоче-Крестьянский Красный Флот (РККФ) познакомился с новым оружием во время известной «Кронштадтской побудки». Уже 17 сентября 1919 г. Реввоенсовет Балтийского флота на основании акта осмотра поднятого со дна в Кронштадте британского торпедного катера обратился в Реввоенсовет Республики с просьбой

СОЗДАНИЕ ТОРПЕДНЫХ КАТЕРОВ ДАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Д. Ю. Литинский, вед. инженер АО ЦМКБ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 369 5598*

дать распоряжение о срочной постройке на наших заводах быстроходных катеров английского типа. Неделю спустя из Главного управления кораблестроения Реввоенсовет получил обескураживающий вердикт: «Ввиду отсутствия механизмов особого типа, до сих пор не изготавливаемых в России, постройка серии подобных катеров в настоящее время, безусловно, неосуществима».

Как известно, после Кронштадтского восстания 1921 г. РККФ надолго превратился в пасынка военного ведомства, и вероятность появления нового корабля на флоте устойчиво стремилась к нулю. Да и зачем стране строить дорогостоящие новые корабли и катера,

если задачи морской обороны обещал решить руководитель могущественного «Остехбюро» В. И. Бекаури. «Остехбюро» тогда занималось торпедами, и уже в 1922 г. оно заинтересовалось быстроходными глиссирующими катерами, поставив властям задачу приобрести лучшие зарубежные образцы. Поскольку тогда еще существовал наркомат по морским делам, его Главное морское техническое-хозяйственное управление обратилось с письмом в недавно созданный ЦАГИ: «В связи с возникшей потребностью для флота в глиссерах, тактические задания коих: район действия 150 км, скорость 100 км/ч, вооружение один пулемёт и две 45-см мины Уайтхеда, длина 5553 мм, вес 802 кг».



Торпедный катер типа III-4

В результате этого обращения в 1927 г. появились дюралевый катер АНТ-3 («Первенец»), потом АНТ-4, по образцу которого на ленинградском заводе имени А. Марти началось серийное строительство 10-тонных катеров типа III-4.

Новое оружие, на которое возлагались большие надежды, на деле оказалось малопригодным для войны. Вскоре после поступления на флот первых серийных III-4 начальник дивизиона торпедных катеров И. П. Чернышёв в ноябре 1928 г. докладывал в штаб Морских сил Балтийского моря о невозможности развития полного хода (43–44 уз) при волнении свыше 3 баллов. Правдивый доклад вызвал резкую реакцию начальника ВМС РККА Р. А. Муклевича, и только докладная записка начальника МСБМ М. В. Викторова в защиту Чернышёва спасла его от жестких «оргвыводов»...

В конце 1933 г., когда уже завершались заводские испытания головного ГАНТ-5, ЦАГИ получил от ВМС РККА тактико-техническое задание и заказ на разработку проекта более мореходного катера, способного сохранять высокую скорость и применять основное оружие на волнении 5 баллов.

Катер, получивший обозначение Г-8, представлял собой вдвое увеличенный по водоизмещению Г-5 (29,5 т, наибольшая длина – 24,2 м) с четырьмя 1000-сильными моторами типа ГАМ-34. Лучшую мореходность хотели достичь увеличенной до 13° килеватостью на миделе. Осенью 1937 г. катер, построенный подмосковным заводом № 156, отправили по железной дороге в Севастополь для проведения ходовых испытаний. Завершение работ затормозил арест в октябре А. Н. Туполева и его помощников – государственные испытания начались лишь в августе 1939 г. Комиссия зафиксировала хорошие мореходные качества катера на волнении 4–5 баллов, успешно провели и торпедную стрельбу. При водоизмещении 28,2 т Г-8 развил ход 48,3 уз. Лишь через год, 23 августа 1940 г., катер включили в состав бригады торпедных катеров Черноморского флота.

Осенью 1940 г. начальник Главного морского штаба адмирал Л. М. Галлер принял решение об отказе от серийного строительства катеров типа Г-8, мотивируя это принятием на вооружение деревянного Д-3.

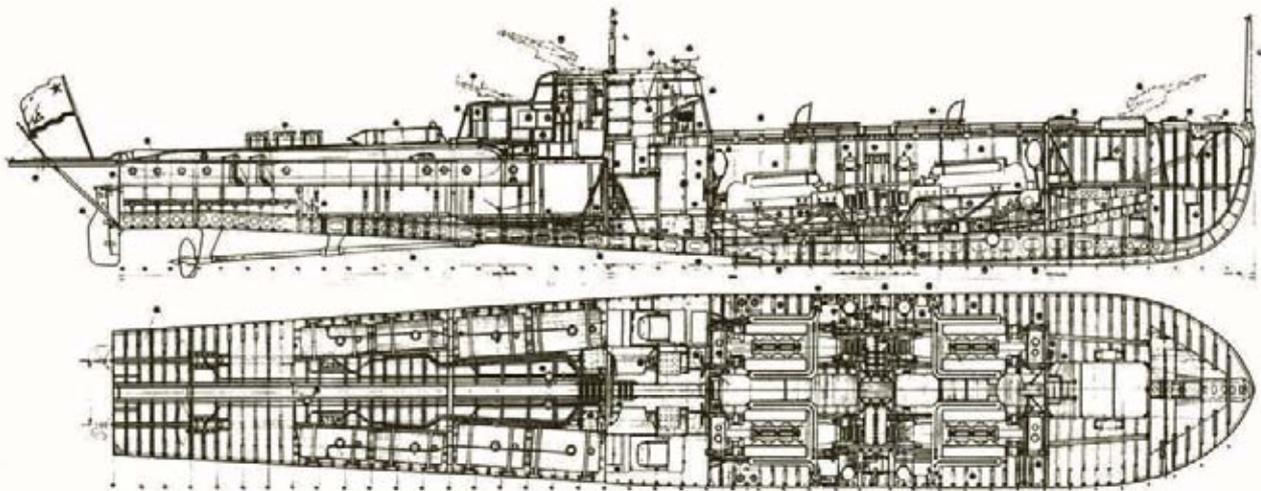
В начале 1935 г. с заводом № 194 флотом был заключен прямой договор на разработку проекта и строительст-

во с завершением летом следующего года торпедного катера «повышенной мореходности по типу Г-8». Заданием оговаривалась поддержка 40-узлового хода при ветре 6 баллов (на тихой воде – 55–60 уз) и дальность плавания 240 миль. Корпус катера предлагалось спроектировать в трех вариантах: из дюралюминия, из дерева и комбинированный (подводная часть – сталь, остальное – алюминий).

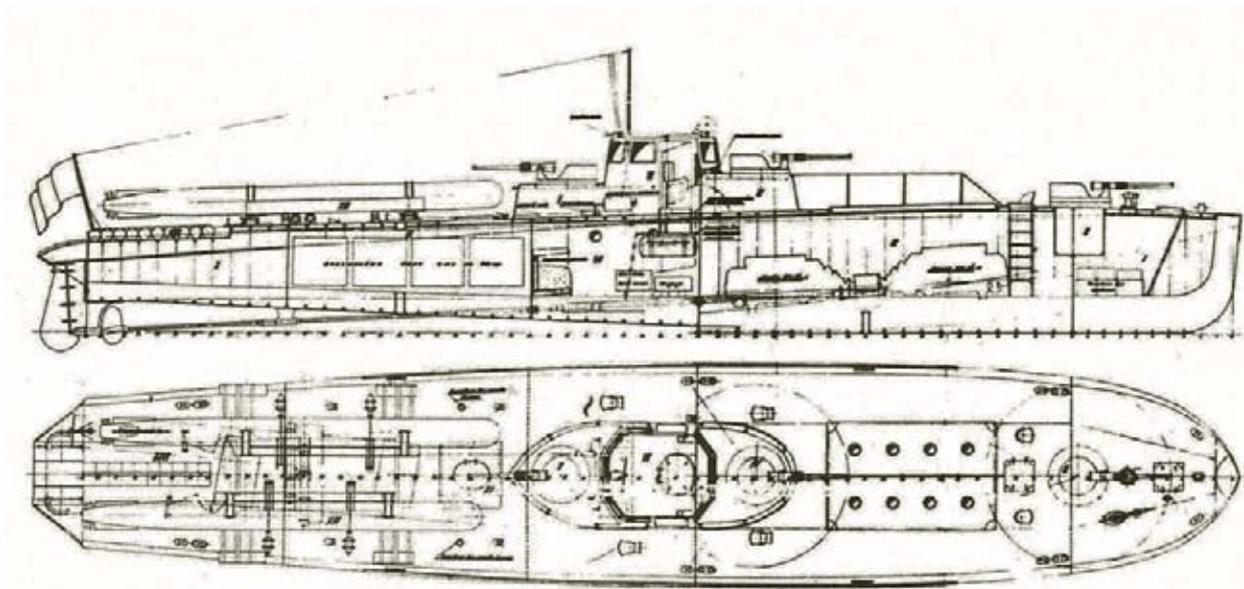
Не получив на свой запрос от заказчика теоретический чертеж прототипа (Г-8), КБ завода якобы выполнило эту работу своими силами, направив результат в НИИ военного кораблестроения для модельных испытаний. Это вызывает сомнения, поскольку заводское КБ обеспечивало только серийную постройку катеров по проектам ЦАГИ и вряд ли самостоятельно могло разработать теоретический чертеж 60-узлового катера. Именно от НИИВК поступил импульс, заставивший в итоге отказаться от ретранных «туполевских» обводов в пользу килеватых «типа Шарпи».

Общую компоновку и схему ГЭУ взяли по прототипу, причем суммирующий редуктор пришлось скопировать с французского катера, приобретённого «Остехбюро». По инициативе заводского военного представительства, предложившего сначала оценить возможность замены дюралевой наружной обшивки корпуса на стальную, а затем, отказавшись от соблюдения железнодеревянной габаритности, увеличить ширину до 4,2 м, проект переработали, соответственно снизив требования задания (максимальная скорость при 6-балльном ветре – 30 уз, на тихой воде – 45 уз). В изменённом задании появились два 533-мм торпедных аппарата бортового сбрасывания «по образцу итальянских катеров».

В ноябре 1935 г. завод подписал с ВМФ новый договор (старый был ан-



Торпедный катер Г-8. Общее расположение



Торпедный катер СМ-4. Общее расположение

нулирован) на строительство стального катера СМ-4. Завод начал выполнять заказ, который следовало предъявить на испытания через год, однако вследствие арестов всего руководства завода и многих ведущих специалистов (причина – многочисленные поломки серийных катеров типа Г-5) готовый корпус СМ-4 почти два года простоял в цехе № 17. На испытания катер вышел осенью 1940 г., показав на тихой воде при водоизмещении 38,6 т (по спецификации – 37,3 т) максимальную скорость 39,5 уз.

Сравнение с Д-3, выполненное приемной комиссией, оказалось не в пользу СМ-4 (особо отметили «неоправданно усложненную по сравнению с Д-3 механическую установку»), и его судьба оказалась решенной: «ни в коем случае не может пойти в серийную постройку...».

Запрос флота на мореходный торпедный катер с килеватыми обводами, с трехвальной механической установкой, но по-прежнему с ограничением размерений железнодорожными габаритами, появился в 1938 г., причем в ТТЗ оговаривалась необходимость создания как деревянного, так и стального вариантов корпуса [1, с. 386]. Это позволяло подключить к строительству большинство заводов НКСП (на практике такой расчет не оправдался).

Первый вариант был осуществлен в КБ ленинградского завода № 5 НКВД под руководством перешедшего с завода № 194 руководителя проектной группы Л. Л. Ермаша. Это был проект П-19, позже получивший широкую известность как Д-3. С тремя моторами ГАМ-34ФН мощностью по 1200 л. с. деревянный катер полным водоизмещением 34,7 т на тихой воде развил максимальную скорость 48 уз, подтвердив на испыта-

ниях высокую мореходность. Основным достоинством катера считались бугельные торпедные аппараты БС-7, которые позволяли вести стрельбу торпедами даже со «стопа». Вооружение дополнили два 12,7-мм пулемета, четыре больших и восемь малых глубинных бомб, а также комплект глубинных бомб типа Г-4. Дальность плавания 40-узловым ходом составляла 300 миль, 8-узловым – 550 миль. По сравнению с туполевскими Г-5 удалось значительно улучшить бытовые условия.

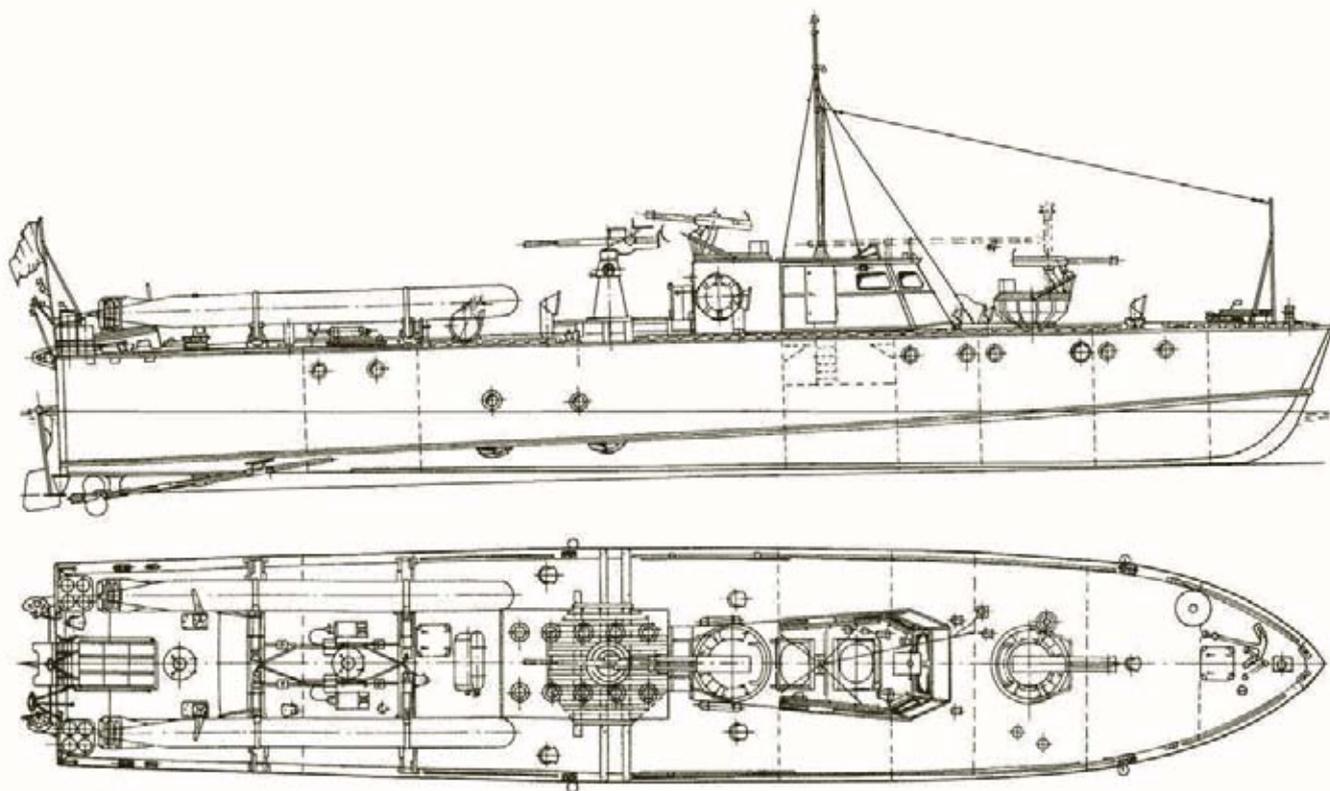
Опыт войны выявил серьезные недостатки Д-3. Стрельба торпедами на максимальном ходу была возможна лишь при состоянии моря до 3 баллов. На 4–5 баллах атака затруднялась вследствие заливаемости палубы и повышенной рыскливости катера, что снижало точность стрельбы, поскольку торпеды не имели приборов МО-3 и шли по курсу катера в момент сброса. При большей волне ход приходилось снижать до 8–10 уз. Фактически выходили в атаку на 28–36 уз, поэтому противник имел в запасе 5–6 минут, чтобы прицельно обстреливать атакующий катер. Наконец, в условиях севера в бугельных

торпедных аппаратах происходило обледенение торпед.

Стальной вариант катера по тому же ТТЗ 1938 г. разрабатывался КБ завода № 194 – катер СМ-3 (пр. 103). К тому времени, когда флот начал получать первые серийные Д-3, завод № 194 завершил постройку СМ-3. В феврале 1941 г. комиссия приступила к испытаниям, при первых же выходах в море обнаружилось, что наружная обшивка в районе фундаментов высокооборотных двигателей сильно вибрирует. На испытаниях на полный ход (42 уз) на волне 4 балла обшивка корпуса толщиной 4 мм дала трещину, моторный отсек начал затопливаться... Пришлось изготовить натурный отсек днища, который для проверки прочности при максимальных значениях вертикальных перегрузок подняли плавкраном и сбросили на воду с высоты 8–10 м. Корпус усилили и подкрепили, что снизило тактико-технические элементы катера, однако по рекомендации председателя приемной комиссии Б. В. Никитина СМ-3 позже был принят в состав бригады торпедных катеров Черноморского флота [2].



Торпедный катер СМ-3



Торпедный катер П-19 (Д-3)

Тот же Б. В. Никитин, уполномоченный постоянной комиссии приемки строящихся кораблей, в своем докладе начальнику Главного морского штаба адмиралу Л. М. Галлеру в декабре 1939 г., указав на невозможность достижения высокой мореходности вместе с наибольшей возможной скоростью и большой дальностью плавания при минимальных размерах катера, предложил в дальнейшем строить мореходные катера дальнего действия (800–1000 миль экономическим ходом) с умеренной максимальной скоростью, продолжая и «линию» высокоскоростных «прибрежных». Приказ наркома ВМФ от 27 января 1940 г. ввел новую классификацию торпедных катеров [5].

Проектировавшийся под руководством Л. Л. Ермаша в течение 1940 г. 40-тонный катер П-23 (Д-4), расчетная полная скорость которого составляла 42 уз, должен был иметь два двигателя экономического хода ЗиС-5 мощностью по 75 л. с., обеспечивавшие по расчету дальность плавания 8-узловым ходом 1380 миль. Этот катер планировалось вооружить уже трубными торпедными аппаратами [3, с. 121]. В условиях блокадного Ленинграда строительство головного катера пришлось прекратить, а всю конструкторскую документацию передали в ОКБ НКВД при заводе № 340 в Зеленодольске. Там на положении заключенного находился П. Г. Гойнкис, которому поручили

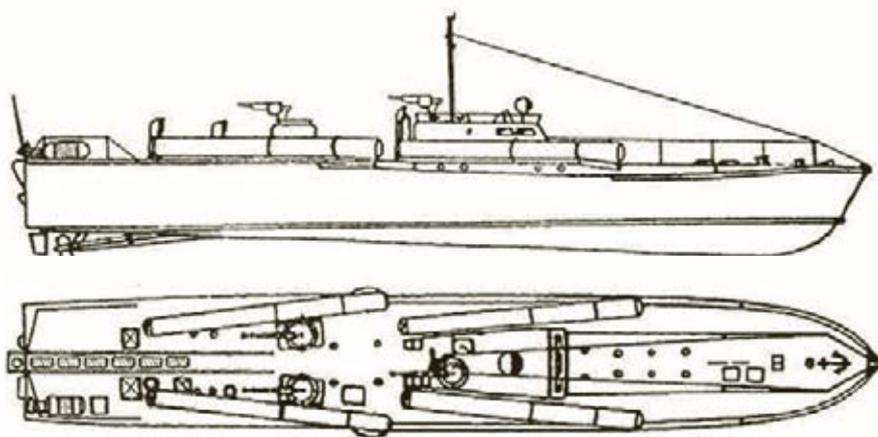
возглавить эскизное проектирование стального торпедного катера дальнего действия. Проект получил номер 163.

В июне эскизный проект был одобрен Научно-техническим комитетом наркомата ВМФ, 19 сентября 1941 г. флот выдал оперативное-тактическое задание, а Управление кораблестроения ВМФ 3 октября – заказ-наряд на проектирование. Технический проект был представлен и одобрен в январе 1942 г., а 15 февраля нарком ВМФ утвердил положительное заключение по нему.

Постройку опытного стального торпедного катера дальнего действия завод № 340 окончил в декабре 1942 г. В августе следующего года закончились государственные испытания катера, и он был передан для боевого использования на действующий Черноморский флот.

ЛИТЕРАТУРА

1. История отечественного судостроения. В 5 т. – Т. 4: Судостроение в период первых пятилеток и Великой Отечественной войны. 1925–1945. – СПб.: Судостроение, 1996.
2. Никитин Б. В. Катера пересекают океан. – Л.: Лениздат, 1980.
3. Шитиков Е. А., Краснов В. Н., Балабин В. В. Кораблестроение в СССР в годы Великой Отечественной войны. – М.: Наука, 1995.
4. Баскаков И. Я. Опытные торпедные катера повышенной мореходности Г-8 и СМ-4 // Судостроение. – 2013. – № 3. – С. 78–81.
5. РГАВМФ. Ф.Р-1877. Оп.1. Д.157. Л.17–25 ■



Торпедный катер пр. 163 (СТК ДД)

В течение следующих полутора лет, с ноября 1930 г. по август 1932 г., комиссия в том же составе провела испытания и приемку остальных пяти кораблей первой серии на Балтике. Картина их испытаний в основном получилась такая же, как на головном корабле – перегрузка, недобор скорости и мощности, отсутствие или неготовность ряда систем вооружения и механизмов. Примирившись с невозможностью получения проектных значений скоростных показателей, начиная с третьего корабля («Смерча») даже перестали отмечать этот факт в приемных актах. Однако в протоколе по результатам испытания на полный ход последнего корабля серии («Вихря») комиссия сочла необходимым сделать запись: «Предлагается «Северной верфи» и ЦКБС-1 ответить на вопрос о причинах недобора скорости на всех сторожевых кораблях, подкрепив его <так в тексте оригинала> цифровыми материалами». Конечно, «разбором полетов» пришлось заниматься не только указанным организациям, в него включились и другие, в том числе и НИВК.



Сторожевой корабль «Вихрь» на Неве, 1937 г.

Понятно, что самым неприятным сюрпризом стал значительный (более 3 уз) недобор скорости до спецификационной на всех без исключения кораблях первой серии. В качестве основных причин этой неприятности были названы: увеличение сопротивления от перегрузки; недоразвитие турбинами полной мощности; несовершенство конструкции винтов; ухудшение пропульсивного коэффициента. При выяснении обстоятельств возрастания водоизмещения по сравнению с проектом обратили внимание в первую очередь на строительную перегрузку. Уже на первом этапе стапельных работ дополнительное усиление конструкций корпуса, ставшее результатом запоздалого «уточнения» расчетов общей и местной прочности, а также расчета вибрации, «съело» 17,6 т водоизмещения, включая запас в 8 т, изначально заложенный в спецификации. Кроме этого в перегрузку вошло увеличение веса трюмного пожарного насоса (на 4,6 т), электропроводки (на 4,0 т), а также радиостанций, прожекторов и пе-

*Часть 1 – см. «Морской вестник», 2015, №1(53), с. 117

КОРАБЛИ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

ЧАСТЬ 2*

ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (812) 324 2985

реговорных труб (на 3,1 т), что в сумме составило еще 11,7 т.

Некоторое снижение других статей нагрузки, например, вооружения, лишь в малой степени компенсировало избыток сверхнормативных постоянных грузов. Из разряда подвижных грузов на 2,4 т возрос вес принимаемого боезапаса. Далее в состав нормальной нагрузки проектанты почему-то забыли (!) внести вес масла (4 т) и котельной воды (7 т), что дало прирост водоизмещения еще на 11 т.

Но главное состояло в другом – запас топлива, включаемый в состав расчетной нагрузки, по непонятным причинам был назначен всего 10 т при полной емкости цистерн 115 т! Почему так произошло, доподлинно сейчас сказать трудно.

Несомненно одно, сказалось отсутствие опыта у коллектива Технического бюро и его руководителей, дрогнувших под напором заказчика, стремившегося получить возможно меньшее водоизмещение любой ценой (затем это стало нормой для руководства флота на долгие годы – минимум водоизмещения при максимуме вооружения за счет прочности корпуса, мореходности, обитаемости и пр.).

Для приведения ситуации в норму следовало пересмотреть в первую очередь некоторые статьи нагрузки и определить, что же в конце концов принимать за нормальное водоизмещение. Какие-либо нормативные документы, регламентирующие параметры нагрузок, в СССР отсутствовали, поэтому методику их расчета для сторожевых кораблей типа «Ураган» пришлось определять ничем иным, как приказами начальникаморси!

Вначале, согласно приказу № 27 по ВМС РККА от 11 февраля 1932 г., за нормальную нагрузку решили принять половинный запас топлива, помещающегося во всех цистернах корабля, т. е. 57 т. В этом случае нормальное водоизмещение составило бы 480 т. Однако эта

величина уж очень сильно отличалась от первоначально заданных 400 т, что бросало тень как на составителей технического задания, так и на разработчиков проекта. В конце концов, в качестве нормальной нагрузки был назначен 12-часовой запас топлива, равный 48 т, что с учетом строительной перегрузки, запасов масла и воды давало величину водоизмещения в 467 т, каковая и вошла в поздние варианты спецификаций, по которым строились корабли других серий. При этом комиссия одновременно признавала, что фактическое водоизмещение кораблей на испытаниях не может составлять менее 500 т!

Впрочем, всем вышеизложенным проблема перегрузки не исчерпывалась. Со временем выяснилось, что корабли перегружены еще больше, чем это следовало из расчетов. Например, 3 июня 1932 г. при съемке с якоря для следования на испытания в Кронштадт в бассейне «Северной верфи» провели замер осадки у «Смерча», которая оказалась равной носом 2,30 м и кормой 2,15 м. По масштабу Бонжана это соответствовало водоизмещению 503 т. Однако при запасе топлива 69,4 т, какой корабль имел в тот момент, его водоизмещение не должно было превышать 480 т. Выявленная перегрузка в 23 т постоянных грузов была отнесена на счет неконтролируемого увеличения веса корпусных конструкций во время их изготовления и последующей стапельной сборки. Это стало результатом низкой культуры производства и неудовлетворительной весовой дисциплины на «Северной верфи».

Нельзя не отметить, что история с перегрузкой не пошла впрок. Ни заказчик, ни исполнители проекта должных выводов из случившегося для себя не сделали. Через несколько лет ситуация повторилась с эсминцами пр. 7, но уже в несравненно большем масштабе и с неизмеримо более печальными для виновников последствиями.

Меньшая по сравнению с заданием мощность турбин, по мнению комиссии, была достигнута главным образом из-за недостаточного количества пара. Причина этой нехватки заключалась в повышенном его расходе на вспомогательные механизмы, что явилось следствием ошибок, допущенных при расчете тепловых балансов. В качестве другой причины была названа недостаточная величина вакуума в конденсаторах.

Жизненный цикл кораблей типа «Ураган»

Название корабля, № проекта, флот	Завод-строитель	Заводской №	Даты			
			закладки	спуска на воду	вступления в строй	исключения из состава ВМФ
Первая серия						
«Ураган», 2, МСБМ, СФ	«Северная верфь»	320	14.08.1927	14.05.1929	26.12.1930/ 12.9.1931	05.06.1949
«Тайфун», 2, МСБМ, БФ	То же	321	14.08.1927	01.06.1929	14.9.1931	30.11.1954
«Смерч», 2, МСБМ, СФ	« «	322	14.08.1927	22.07.1929	13.09.1932	28.02.1948
«Циклон», 2, МСБМ, БФ	« «	323	14.08.1927	27.11.1929	03.07.1932	Погиб 28.08.1941 у м. Юминданина
«Гроза», 2, МСБМ, СФ	« «	324	14.08.1927	28.09.1930	22.07.1932	12.11.1952
«Вихрь», 2, МСБМ, БФ	« «	325	14.08.1927	12.10.1930	12.09.1932	Погиб 22.09.1941 в Кронштадте, восстановлен, искл. 24.04.1948
«Шторм», 2, МСЧМ, ЧФ	Завод им. А. Марти	186	24.10.1927	04.04.1930	01.10.1932	30.01.1946
«Шквал», 2, МСЧМ, ЧФ	То же	187	24.10.1927	1930	05.03.1933	12.11.1952
Вторая серия						
«Метель», 4, МСДВ, ТОФ	«Северная верфь», Дальзавод	423	18.12.1931 перезаложен в 1933 г.	15.06.1934	18.11.1934	30.11.1954
«Вьюга», 4, МСДВ, ТОФ	То же	424	26.12.1931 перезаложен в 1933 г.	05.07.1934	18.11.1934	30.11.1954
«Гром», 4, ТОФ	Завод им. А. Марти, Дальзавод	220	17.06.1932 перезаложен в 1933 г.	22.09.1934	22.07.1935	30.11.1954
«Бурун», 4, ТОФ	То же	221	22.06.1932 перезаложен в 1933 г.	27.09.1934	07.10.1935	30.11.1954
Третья серия						
«Молния», 39, ТОФ	«Северная верфь», Дальзавод	478	23.03.1934 перезаложен в 1934 г.	24.11.1934	20.05.1936	30.11.1954
«Зарница», 39, ТОФ	То же	479	21.03.1934 перезаложен в 1934 г.	06.11.1934	06.11.1936	30.11.1954
«Пурга», 39, КБФ, ЛВФ	«Северная верфь»	480	06.1934	11.1935	04.09.1936	Погиб 01.09.1942 на оз. Ладожском
«Буря», 39, КБФ	То же	481	06.1934	11.1935	27.10.1935	Погиб 24.08.1942 у о. Лавенсари
Четвертая серия						
«Снег», 39, КБФ	« «	495	27.04.1935	20.10.1936	25.09.1938	Погиб 28.08.1941 у м. Юминданина
«Туча», 39, КБФ	« «	496	27.04.1935	14.7.1936	25.09.1938	12.11.1952

Увеличить потребление пара турбинами (не менее чем до 36 т в час) путем повышения производительности котлов не представлялось возможным, поскольку последние были запроектированы без всякого резерва и возможности их форсирования. Вариант замены турбогенераторов (одних из главных потребителей пара в числе вспомогательных механизмов) дизель-генераторами всерьез не рассматривался из-за отсутствия последних. Нормального вакуума в конденсаторах (не ниже 93%) предлагалось достичь путем увеличения производительности паровых эжекторов, однако документов, подтверждающих реализацию этого предложения, обнаружено не было.

Параметры винтов не соответствовали полученным водоизмещению и мощности; приемная комиссия признала их «слишком легкими». На шести кораблях первой серии, сдаваемых на Балтике, опробовали пять вариантов винтов разработки «Северной верфи» и ЦАГИ, но все они были признаны неудачными. Проблемы с винтами затем перешли по наследству ко второй серии, и лишь корабль пр. 39 получила новые винты, изготовленные на заводе им. А. А. Жданова по чертежу № 1146 НИВК. (трехлопастные переменного шага диаметром 1,5 м изготовленные из спецбронзы), но и они оказались далеко не идеальными.

Как видно из изложенного, без серьезных переделок (например, замены существующих котлов более производительными) ничего реального для увеличения мощности турбин, а равно повышения скорости, сделать не представлялось возможным. Оставалось только признать ситуацию состоявшейся и эксплуатировать корабли в том виде, в каком они поступали от промышленности.

В ходе приемки второго корабля («Тайфуна») возникли серьезные проблемы с главными турбоагрегатами. 20 мая 1931 г. во время испытаний на полный ход при 570 об/мин гребных валов из правой турбины раздались посторонние звуки и повалил дым. Испытания немедленно прекратили, а корабль вернули на верфь. При вскрытии корпуса турбины высокого давления обнаружилось повреждение лопаток первого венца активного колеса. Кромки всех лопаток второго венца также имели аналогичные повреждения, хотя и не столь значительные, как у первого. После этого «Тайфун» еще дважды выходил на испытания, которые приходилось прерывать из-за неполадок с турбинами. Лишь спустя три с половиной месяца, 12 сентября, корабль смог завершить программу испытаний на полный ход.

Несколько раз пришлось выходить на мерную милю и последнему кораблю серии, «Вихрю», в связи с тем, что в правой турбине слышался «рычащий

гул и наблюдалась повышенная вибрация». Отчаявшись добиться от предприятия-строителя устранения этого дефекта, комиссия была вынуждена записать в протоколе испытаний: «Фиксировать заявление представителей «Северной верфи», что они не могут устранить вибрацию правой турбины.

В связи с поломками лопаток активного колеса турбин высокого давления пришлось на четырех кораблях из шести (на «Тайфуне», «Смерче», «Циклоне» и «Грозе») уменьшить их высоту, а на «Вихре» установить лопатки с сечением так называемого бруса равного сопротивления. Поломки лопаток ко-

миссия отнесла «на счет недоброкачества отечественной стали». Лопатки турбин для головного корабля изготавливались в Германии из крупнопсковой стали и поэтому никакими проблем с ними не возникло.

Понижение высоты лопаток привело не только к уменьшению мощности турбин более чем на 1000 л.с. по сравнению с головным кораблем, но и к неравномерному распределению ее по валам – на «Тайфуне», например, правая турбина развила мощность на 10% меньше левой. Уместно вспомнить, что еще не так давно верфь без особых проблем серийно выпускала судовые турбины валовой мощ-

ностью по 16 тыс. л. с. для «нови́ков», теперь же производство агрегатов в пять раз менее мощных (3,75 тыс. л. с.) сопровождалось огромными трудностями.

Оценивая мореходность и маневренность, комиссия отметила, что малая осадка в сочетании с большой парусностью высокого полубака и надстроек делала корабль при сильных ветре и волне очень валким, а маневрирование в узкостях – весьма затруднительным. Мореходность ограничивалась волнением в 6 баллов, в противном случае появлялись интенсивное заливание полубака, перебои винтов и снижение управляемости. Качка при этом оказывалась сильной и стремительной, что очень затрудняло обслуживание механизмов и делало невозможным использование оружия. Поворотливость при движении кормой вперед признавалась неудовлетворительной, а на полном заднем ходу переключивание руля становилась и вовсе невозможной.

Значение метацентрической высоты при нормальном водоизмещении комиссия решила считать равным 0,54 м (по результатам кренования головного корабля), а при минимальном запасе топлива и минах на палубе она уменьшалась до 0,34 м. В целом остойчивость признавалась удовлетворительной и считалось, что корабли могут безопасно плавать в акватории Балтийского моря. Из-за непродуманного размещения подвижных грузов на кораблях отмечался эффект «качелей» – при стандартном водоизмещении они имели дифферент на корму 0,173 м, а при приемке максимального количества топлива появлялся дифферент на нос до 0,215 м. Зато размахи корпуса при стрельбе залпом из главного калибра оказались совершенно незначительными. Непотопляемость считалась обеспеченной при затоплении двух любых смежных отсеков.

Поскольку во время испытаний никаких трещин и остаточных деформаций в корпусных конструкциях зарегистрировано не было, по поводу прочностных качеств кораблей приемная комиссия вынесла благоприятный вердикт – общая прочность признавалась достаточной. Местную прочность также можно было считать обеспеченной. Последующая эксплуатация этот вывод в целом подтвердила, хотя у «Смерча» при плавании в суровых условиях Баренцева моря отмечалось появление усталостных трещин.

Впервые примененная в отечественном судостроении смешанная система набора, по мнению комиссии, себя полностью оправдала и «дала очень легкий, достаточно прочный и невибрирующий корпус». С проблемами смешанного набора флот и промышленности столкнулся несколько позже, при эксплуатации эсминцев пр. 7.



Сторожевой корабль «Шторм» на параде, 1933 г. На заднем плане виден линкор «Парижская Коммуна»

Вследствие тонкости обшивки (наружная – 6 мм, внутреннее дно – 3 мм) при проектировании особое внимание уделили антикоррозийной защите. Для этого методом Шоота выполнялась гальваническая оцинковка листов обшивки, палубы, внутреннего дна, набора и переборок на некоторую высоту. Оцинковке подвергались также головки заклепок. Вместе с тем отмечалось, что краска в подводной части держится плохо, поэтому рекомендовалось ежегодное докование для осмотра обшивки. По этой же причине часть корпуса ниже ватерлинии на дальневосточных кораблях (второй и третьей серий) покрывалась кузбасслаком.

По итогам приемки кораблей первой серии особо отмечалось низкое качество работ. Обычным явлением были болты и гайки в большом количестве забытые рабочими в трубопроводах. В турбине «Тайфуна» и вовсе обнаружили «постороннее тело». На «Урагане» и «Грозе» имелись случаи неправильной сборки парораспределителя рулевых машин. Комиссия отметила и другие эпизоды, «характеризующие небрежное отношение на заводах к сборке механизмов».

Все корабли первой серии сдавались флоту без 37-мм автоматов, 12,7-мм пулеметов и радиостанций (за исключени-

ем «Смерча», на котором радиостанция была смонтирована, хотя и не принята комиссией). В ходе приемки не испытывались параваны, устройство сбрасывания глубинных бомб и дымовая аппаратура; этим занимались позднее, когда корабли уже находились в составе дивизиона.

Что касается стоимости постройки одного серийного корабля, то в наряде Судотреста № 158 от 26 мая 1927 г. она определялась в 0,5 млн руб. Нереальность этой суммы сомнений не вызывала с самого начала, и уже в следующем году в наряде № 262 появляется другая цифра – 1,165 млн. Но и эта величина промышленность не устроила, и дело дошло до разбирательства в арбитражном суде, который определил стоимость постройки одного корабля в 2,129 млн руб. Фактические же затраты «Северной верфи» по отчетной калькуляции превысили 2,5 млн руб., т. е. она строила корабли себе в убыток. После окончания постройки всех 18 кораблей снова выполнили подсчеты, которые показали, что в среднем по серии один корабль обошелся стране в 2,809 млн руб., т. е. почти в шесть раз дороже, чем предполагалось вначале!

Накопленный опыт эксплуатации кораблей типа «Ураган» в мирное вре-



Сторожевой корабль «Гроза» после завершения ходовых испытаний, 1932 г.



Сторожевой корабль «Ураган»

мя на разных морских театрах привел к переоценке их качеств руководством Наркомата ВМФ. Выступая 3 декабря 1940 г. на совещании высшего военно-морского командования в Москве с докладом о технике флота, начальник Управления кораблестроения инженер-контр-адмирал Н. В. Исаченков сказал о сторожевиках, что они вполне удовлетворяют тактико-техническим требованиям, предъявляемым к кораблям этого класса и не уступают аналогичным кораблям иностранных флотов постройки 1930–1934 гг. Такая оценка по существу «реабilitировала» корабли «дивизиона плохой погоды».

Сторожевые корабли типа «Ураган» создавались на базе образцов техники и вооружения времен Первой мировой войны и при вступлении в строй не имели современного зенитного и штурманского вооружения, средств радиосвязи, приборов обнаружения подводных лодок и т. д. Кроме того, к числу недостатков можно отнести не слишком комфортные условия размещения экипажа, невысокую (относительно техзадания) скорость хода, посредственную мореходность, ненадежное рулевое устройство. Сторожевики оказались не в состоянии обеспечить эффективную ПВО и ПЛО линкоров, т. е. решать те задачи, для которых они создавались. Только после модернизации и перевооружения, уже в 40-е гг., эти корабли стали более или менее соответствовать требованиям тактико-технического задания.

На момент же вступления в строй «ураганы», по существу, являлись миноносцами. А вот в этом качестве они выглядят весьма неплохо: будучи втрое меньше по водоизмещению, чем «новики», они обладали половиной их артиллерийского вооружения и третью торпедного. Что касается основных тактико-технических элементов корабля типа «Ураган», то они не уступали, а по вооружению даже превосходили аналогичные параметры кораблей иностранных флотов. Построив во время

Первой мировой войны большое количество сторожевых кораблей, ведущие морские державы надолго прекратили развитие этого класса судов. Англичане и французы, имея многочисленные колонии по всему миру, уделяли повышенное внимание эскортным кораблям океанского плавания – шлюпам, имевшим большой район плавания, хорошую мореходность и, соответственно, водоизмещение до 2500 т. Только в 1935 г. в Англии начали строить корветы типа «Кингфишер» водоизмещением 745 т, но их вступило в строй всего девять единиц. В том же году в Германии началось строительство эскортных кораблей типа «F» полным водоизмещением 1030 т. Они получились неудачными, их ГЭУ часто выходили из строя. Остальные страны приступили к строительству сторожевых кораблей только после начала Второй мировой войны. Здесь советские конструкторы и кораблестроители оказались (отчасти вынужденно) в числе лидеров.

Нельзя не отметить и тот факт, что в проекте СКР типа «Ураган» имелось много конструктивных новшеств. Впервые в отечественном флоте ГЭУ работала на перегретом паре, прямодействующие, низкооборотные турбины были заменены на ГТЗА с высокооборотными турбинами. Установка отличалась компактностью, а эшелонное размещение повышало ее живучесть. Впервые набор корпуса выполнялся по продольной системе. Также впервые были применены оцинковка корпусных конструкций и сварка (неответственных деталей). Корпуса СКР, несмотря на облегчение, оказались более прочными, чем у эсминцев пр. 7 и пр. 7У.

В предвоенные годы сторожевые корабли много плавали: В 1940 г. «Туча» (КБФ) прошла 13 806 миль, в 1942-м «Гром» (ТОФ) – 7550 миль за 743 ходовых часа. Корабли типа «Ураган» стали хорошей школой для моряков, многие известные советские флотоводцы начинали свою командирскую службу на этих кораблях.

Корабли типа «Ураган» активно участвовали в Советско-Финляндской войне 1939–1940 гг., Великой Отечественной войне и в войне с Японией. Они обеспечивали эскортирование подводных лодок, охранение крупных кораблей, конвоирование транспортов, артиллерийскую поддержку сухопутных войск и десантов, перевозили личный состав и военные грузы. После перевооружения по количеству стволов зенитной артиллерии малого калибра они превосходили «новики» и почти догнали эсминцы пр. 7 и пр. 7У. На них были установлены бомбометы и увеличено количество глубинных бомб. Многие сторожевики получили гидроакустические и радиолокационные станции.

Боевой опыт подтвердил достаточно высокую надежность энергоустановки «ураганов». Так, на СКР «Смерч» в результате столкновения с тральщиком был выведен из строя второй эшелон ГЭУ, но первый остался неповрежденным, и корабль своим ходом дошел до базы. Скорость, служившая в начале 30-х гг. предметом критики, во время войны нареканий не вызывала.

К сожалению, сторожевых кораблей типа «Ураган» построили сравнительно немного. На Севере их было всего три единицы, на Черном море – две, да и шесть единиц для Тихоокеанского театра – тоже недостаточно. В 1939 г. началось строительство большой серии СКР пр. 29 типа «Ястреб», являвшихся дальнейшим развитием «Урагана», но до конца войны ни один из них в строй не вступил.

Так что первенцы советского военного кораблестроения, несмотря на их недостатки, в тяжелые годы Великой Отечественной войны оказались одними из самых востребованных боевых единиц нашего флота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубинин Н. П. Первые советские сторожевые корабли // Судостроение. – 1972. – № 10. – С. 54–58.
2. Бережной С. С. Корабли и суда советского ВМФ. 1928–1945. – М., 1988. – с. 197–199.
3. Морин А. Б. Корабли дивизиона плохой погоды // Судостроение. – 1991. – № 11. – С. 43–47.
4. Он же. Сторожевые корабли типа «Ураган» // Гангут. – 1993. – Вып. 6, 7. – С. 62–73; 45–61.
5. История отечественного судостроения. – Т. IV. – СПб., 1996. – С. 189–196.
6. Платонов А. В. Миноносцы советского флота // Гангут. – 2001. – Вып. 26. – С. 5–21.
7. Он же. Энциклопедия советских надводных кораблей. 1941–1945. – СПб., 2002. – С. 250–263.
8. Широкопад А. Корабли и катера ВМФ СССР. 1939–1945. – Минск, 2002. – С. 143–147, 335–336, 449–452 ■

ВКЛАД СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЫ «АЛМАЗ» В ДЕЛО ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

*Л.Г. Грабовец, ген. директор ОАО «СФ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 235 5148*

Коллектив судостроительной фирмы «Алмаз», как и вся наша страна, торжественно отметил славную дату в своей истории – семидесятилетний юбилей Победы в Великой Отечественной войне.

Наша фирма, называвшаяся в годы войны заводом № 5 Народно-го комиссариата судостроительной промышленности, внесла весомый вклад в победу нашей страны над фашистскими захватчиками.

К началу войны завод освоил серийное строительство малых охотников типа МО-4, построив 228 ед., рейдовых пограничных катеров типов КМ-2 и КМ-4, построив их свыше 100 ед., а также начал строительство торпедных катеров дальнего действия типа Д-3.

Количество работающих на заводе к началу войны превысило 2,5 тыс. человек. Развитие производства, забота о сотрудниках внушали людям уверенность в завтрашнем дне, позволяли строить планы на будущее.

Все изменилось в одночасье в связи с вероломным нападением фашистской Германии на Советский Союз в ночь с 21 на 22 июня 1941 г. Началась срочная мобилизация, в результате которой коллектив завода сократился практически наполовину. Всего с началом войны более 1300 рабочих, инженерно-технических работников и служащих завода по призыву и добровольно ушли в ряды армии, флота, народного ополчения и в партизанские отряды.

В связи с большим потоком добровольцев пришлось принимать решительные административные меры, для того чтобы сохранить наиболее квалифицированных специалистов.

7 сентября 1941 г. сомкнулось кольцо вражеской блокады вокруг Ленинграда. Началась беспрецедентная 900-дневная блокада города. Незадолго до того, как вражеское кольцо сомкнулось, в тыл в поселок Сосновку Кировской области был направлен эшелон с частью оборудования завода и группой из 100 сотрудников с тем, чтобы организовать там строительство боевых катеров.

Благодаря энтузиазму этих людей в Сосновке был построен практически заново завод, а с 1943 г. началось серийное строительство малых охотников нового типа ОД-200. Параллельно в Сосновке строились и боевые катера освоенных в Ленинграде в предвоенные годы типов МО-4 и Д-3.



Малый охотник типа МО-4

Оставшаяся в Ленинграде часть коллектива завода, несмотря на все лишения, продолжала выпускать новые и ремонтировать поврежденные в боях катера. Правда, пришлось отказаться от параллельного строительства двух типов корпусов – МО-4 и Д-3. Было оставлено только корпусное производство катеров типа Д-3. В июле 1941 г. согласно распоряжению руководства ВМФ пять торпедных катеров Д-3, вошедших незадолго до войны в состав Балтийского флота, передавались в состав Северного флота. Подготовку катеров, переход и передачу их Северному флоту поручили заводу.



Торпедный катер типа Д-3

Специальная команда во главе со строителем А. А. Тимофеевым и сдаточным механиком Х. А. Мухиным успешно осуществила перевод катеров Д-3 на Север в условиях военного времени. Эти катера послужили основой при создании первой бригады торпедных катеров Северного флота. Катер Д-3 (ТКА-12) под командованием А. О. Шабалина (впоследствии дважды Героя Советского Союза) потопил семь кораблей и транспортов противника, участвовал в высадке десанта в знаменитой Киркинской операции, по результатам которой бригада катеров получила звание Гвардейской и стала называться Киркинской. В память о мужестве и стойкости

катерников Заполярья этот катер установлен в сквере Североморска. Кроме А. О. Шабалина высокое звание Героев Советского Союза получили воевавшие также на катерах Д-3 А. Г. Свердлов и В. И. Тихонов.



*Дважды Герой Советского Союза
А. О. Шабалин*

Трудовые будни коллектива завода № 5 во время блокады мало чем отличались от боевых будней армии и флота. 8 ноября 1941 г. во время вражеского авианалета в лесосклад завода попала фугасная бомба. Вспыхнувший пожар грозил уничтожить запасы отборного корабельного леса, из которого изготавливались корпуса, и тем самым остановить строительство катеров. Бойцы организованного на заводе отряда местной противовоздушной обороны (МПВО), в основном девушки, своими отважными действиями погасили пламя. Среди мужественных дружинниц отличились Байкова, Васильева, Загрина, Кирсанова, Перегудина, Тучина. В результате этого авианалета появились первые погибшие и раненые: погиб заместитель начальника лесного склада И. Борисов, была ранена грузчица Е. Сокольская.

Надвигалась первая голодная зима 1941/42 г. В ту суровую зиму погибли старший мастер М. Колосов, столяры Баев, Волнушкин, Тютюкин, мастера Лебедев, Кузнецов, шлюпочники Большаков, Григорьев, Козлов, начальник цеха Попов, бухгалтер Дымшиц и Шишов и многие другие. Всего в первую блокадную зиму скон-

чалось 545 сотрудников завода. Руководство завода с тем, чтобы как-то облегчить жизнь людей, организовало стационар, куда помещались наиболее истощенные сотрудники, открылась баня.

Несмотря на все трудности блокадного времени строительство и ремонт катеров для ВМФ продолжались. Следует отметить, что катера строили в основном женщины и подростки, не имевшие ни достаточного опыта, ни знаний. Качество работы достигалось благодаря наставничеству небольшой горстки оставшихся на заводе кадровых рабочих.



Бойцы отряда МПВО завода

Вот что писал по этому поводу начальник Управления кораблестроения Н. Исаченков 2 апреля 1942 г. в докладе Наркому ВМФ Н. Кузнецову: «Списочный состав производственных рабочих ... на 15 марта 1942 г. сократился до 564 человек, но фактически на работу выходят 264 человека, из них лишь 97 человек имеют 4–6-й разряд». Трудности были связаны не только с нехваткой квалифицированной рабочей силы. Нелегко было с контрагентскими поставками – двигателями, вооружением, аппаратурой. Все это доставлялось с Большой земли. Пройдя с большим трудом и по Дороге жизни, грузовики с оборудованием приходили прямо на завод. Оборудование ставилось на катера «прямо с колес».

Большую организационную работу по поддержанию производственного процесса на заводе в это время проделали главный инженер А. Симин и директор Е. Локшин, которых буквально в любое время дня и ночи можно было встретить в цехе, на стапеле. Большое внимание строительству катеров на заводе уделяли руководители обороны Ленинграда Я. Капустин и А. Кузнецов. 3 октября 1942 г. они лично посетили завод и тщательно ознакомились с производством, беседовали с рабочими, инженерами, дали высокую оценку их работе. И это не случайно. Ведь за время войны на заводе было построено 67 Д-3, а также 46 малых охотников типа МО-ДЗ.

О последних надо сказать особо – это были катера типа Д-3 с американскими моторами «Паккард» и противолодочным вооружением, спроектированные оперативно в условиях блокады заводским КБ под руководством главного конструктора Д. Черногоуза.



Малый охотник в корпусе торпедного катера Д-3 (тип МО-ДЗ)

Наряду с этими, сравнительно большими катерами, на отделении завода в Старой Деревне (бывш. верфь Золотова) велась серийная постройка катеров типов КМ-2 и КМ-4. Эти малые катера водоизмещением 7–11 т использовались в качестве катерных тральщиков. Из-за малой осадки и немагнитного корпуса (из дерева) катера типа КМ ставили в наиболее опасную первую линию траления. Каждый из катеров типа КМ выполнил во время блокады 1941–1944 гг. огромную работу по охране Невской губы. В небольшой Невской губе катера-тральщики прошли со своими тралами многие десятки тысяч миль, ибо по одному и тому же месту приходилось проходить по несколько раз. Всего в годы блокады отделение завода построило 192 катера типов КМ-2 и КМ-4.



Катерный тральщик типа КМ-4

«Блошинные тральщики», как называли эти катера, сумели поддерживать судоходство в Невской губе в условиях постоянного минирования немцами с самолетов фарватеров. Руководство страны высоко оценило заслуги завода в деле оснащения ВМФ боевыми катерами.

31 мая 1944 г. Председателем Президиума Верховного Совета СССР М. И. Калининым был подписан указ, согласно которому завод «за успехи в оснащении ВМФ боевы-

ми катерами, самоотверженный труд коллектива рабочих, инженерно-технических работников и служащих» был награжден орденом Трудового Красного Знамени.



Грамота Верховного Совета СССР о награждении завода № 5 НКСП орденом Трудового Красного знамени

При этом большая группа работников завода была удостоена орденов и медалей. Среди них орденом Ленина были награждены главный инженер А. Симин и токарь Н. Федоров, орденом Трудового Красного Знамени – кузнец Ф. Буршев, котельщик И. Васильев, слесарь П. Павлов, медник А. Хмеленко, орденом Красной Звезды – начальник цеха Г. Боровский, старший мастер В. Глухов, старший строитель Г. Китаенко, директор Е. Локшин, орденом Знак Почета – главный конструктор Д. Черногоуз, строитель Л. Одинцов и др. Всего наград были удостоены 53 человека, из них 34 – орденами и – 19 медалями.

В 1944 г. после успешного снятия блокады Ленинграда война на море переместилась вначале в Нарвский залив, а затем и в район Таллина. Вместе с основными силами флота пошли на запад и боевые катера. Однако работа по снятию морской блокады Ленинграда продолжалась, так как в Невской губе и Финском заливе находилось множество мин. Для свободного движения морских судов необходимо было надежное траление фарватеров.

С началом навигации 1944 г. ЛенВМБ приступила к тралению фарватеров в Невской губе и на реке Неве. Особенно сложная работа тральщиков была летом 1944 г., когда началось интенсивное вытеснение немцев из Финского залива. Затем пришлось разминировать гавани Таллина, Палдиски, фарватеры Моонзундского архипелага, Рижского залива. Что касается даты снятия морской минной блокады Ленинграда, то она пришлось на 6 июня 1946 г., т.е. более года после окончания войны потребовалось тральным силам ВМФ для очистки фарватеров Финского залива для свободного и безопасного прохода гражданских судов.

В этой работе большую роль сыграли упомянутые выше «блшинные тральщики» типов КМ-2 и КМ-4. В память о катерах-тральщиках типа КМ, внесших свой весомый вклад в дело победы над врагом в войне 1941–1945 гг. в Центральном парке культуры и отдыха нашего города на Елагином острове недалеко от 2-го Елагина моста воздвигнут памятный обелиск.

Об участии наших катеров типов МО-4 и Д-3 в боевых действиях написано много книг. Так же как и в Первую мировую войну, в годы Великой Отечественной войны сражения на Балтике велись в основном москитным флотом. Не зря командующий Балтийским флотом адмирал Трибуц, говоря об участии катеров в боевых действиях сказал: «На этих деревянных скорлупках служат железные люди». Практически в каждом приморском городе нашей страны воздвигнут памятник катерам. Кроме упомянутого памятника Д-3 в Североморске, надо вспомнить и памятник катеру МО-4 на открытой площадке музея Дороги жизни в Осиновце. Этот катер во время блокады Ленинграда защищал эту дорогу на Ладоге, был участником разгрома немецкого десанта на о. Сухо, пытавшегося перерезать Дорогу жизни.

Катера типа МО-4 принимали активное участие в Тулоксинской десантной операции, предшествовавшей освобождению Карелии. За боевые заслуги 6-й дивизион малых охотников Ладожской военной флотилии был удостоен ордена боевого Красного Знамени. Катера МО-103 и МО-124 на Балтике обнаружили и потопили по одной подводной лодке немцев.

Начало 1945 г. предвещало скорое окончание войны. Все подразделения завода № 5 работали с большим подъемом, выполняя принятые на себя обязательства перед ВМФ. Едва минули Первомайские праздники, как главное радостное известие всколыхнуло всю страну – 8 мая 1945 г. фашистская Германия капитулировала – завершилась Великая Отечественная война. Коллектив завода успешно справился с неимоверно сложными задачами, которые ему пришлось решать во время войны.

Героические дела завода в годы Великой Отечественной войны оценены по заслугам и слова «Завод № 5 НКСП» золотыми буквами написаны в торжественном зале Мемориального комплекса героическим защитникам Ленинграда, воздвигну-

того на площади Победы нашего города и открытого в дни празднования 30-летия великой Победы.



Надпись на стене в торжественном зале Мемориального комплекса на пл. Победы Санкт-Петербурга

Отгремела война, завод вместе со всей страной приступил к восстановлению разрушений как на заводе, так и в городе. Многие пришлось сделать и для восстановления сельского хозяйства области.

Наряду с этим завод включился и в переоснащение отечественного ВМФ новыми боевыми катерами, проекты которых разрабатывались с учетом опыта прошедшей войны. Именно на нашем заводе был создан и освоен в серийной постройке торпедный катер пр. 183 – лучший отечественный торпедный катер первого послевоенного десятилетия. Авторы этого проекта были удостоены звания Лауреатов Государственной (Сталинской) премии за 1951 г. В их числе – главный конструктор П. Г. Гойнкис, сотрудники завода Г. И. Китаенко, Е. А. Попов.

В дальнейшем благодаря накопленному научно-техническому потенциалу коллектив завода оказался в авангарде технического прогресса в отечественном катеростроении. Во второй половине 50-х гг. на заводе начались работы по созданию первых в мире ракетных катеров. В 1962 г. авторы работы по созданию ракетных катеров были удостоены звания лауреатов Ленинской премии. Среди них – строитель Н. И. Мартынычев.

В 1970–1990 гг. завод входил в Производственное объединение «Алмаз». Этот период совпал с внедрением десантных кораблей на воздушной подушке (КВП), малых ракетных кораблей и катеров, переоснащением морских погранвойск новыми кораблями. Со всеми этими задачами завод успешно справлялся. Об этом свидетельствует присуждение Государственной премии за создание КВП (1978 г.), премии Правительства РФ за создание сис-

темы ракетных катеров типа «Молния» (1998 г.), пограничных кораблей проекта «Светляк» (2000 г.), артиллерийских кораблей проекта «Буян» (2009 г.).



Ракетный катер типа «Молния»

Преодолев трудности периода перехода страны в 90-е гг. от плановой к рыночной экономике, судостроительная фирма «Алмаз» успешно вступила в третье тысячелетие истории человечества. Постоянным примером для подражания при преодолении фирмой любых трудностей на своем пути служит опыт беспримерного самопожертвования предыдущих поколений в годы Великой Отечественной войны.



Пограничный корабль типа «Рубин»

Подтверждением этому служат производственные показатели судостроительной фирмы «Алмаз» и в 2014 г. и в первом квартале 2015 г. – продолжается серийная постройка ПСКР типа «Рубин» и плавкранов для ВМФ.



Плавучий кран пр. 02690

Отмечая 70-летие Победы в Великой Отечественной войне, мы постоянно стремимся быть достойными памяти своих предшественников. ■

В начале XVIII в. Петр I создал на Балтийском море два госпиталя, специально предназначенных для лечения больных матросов и работников верфей: в Санкт-Петербурге и на о. Котлин. 1-й Морской госпиталь в Петербурге был открыт 15 октября 1715 г. В нем до сих пор хранится копия медной доски, на которой записаны слова, сказанные Петром I при его закладке: «Здесь всякий изнеможенный служивый найдет себе помощь и успокоение, которого ему до селе не было».

Поначалу госпиталь разместился на острове близ правого берега р. Невы. В 1727 г. в нем было 300 коек, работали старший лекарь, три подлекаря, проходили обучение шесть лекарьских учеников. Первым старшим лекарем был назначен грек Маттиас Миниат (Матвей Миниат), при нем находились хирург Гульст и «учитель по накладыванию бандажей» англичанин Вильям Горн.

В 1733 г. госпиталь становится учебным заведением, при нем открывается госпитальная школа. В 1831 г. указом императора Николая I был утвержден Устав о неперенных морских госпиталях. В нем излагались обязанности всех должностных лиц, правила поведения больных, способы поддержания санитарного благополучия в помещениях, немногим отличающиеся от современных требований.

Главный доктор в присутствии должностных лиц ежедневно посещал палаты, аптеку, кухню, наблюдал за работой ординаторов, осматривал всех поступающих и выписывающихся больных.

В 1836 г. морской госпиталь переводится в Калинкину деревню, где Морское ведомство приобрело усадьбу княгини Шаховской. На новом месте госпиталь был открыт 11 ноября 1836 г. Он занял каменное здание в три этажа по фасаду на берегу р. Фонтанка и два двухэтажных боковых флигеля, примыкающих к концам главного корпуса. Здание это существует и в настоящее время.

Многие врачи, фельдшеры, санитары в летний период выполняли свои функции на кораблях в плаваниях. Принимали они участие и в боевых действиях. Так, только в Цусимском бою (май 1905 г.) на кораблях 2-й Тихоокеанской эскадры погибли 5 врачей, 7 фельдшеров и 11 санитаров.

В годы Первой мировой войны количество коек в госпитале с 300 возросло до 1000.

В период Гражданской войны наряду с лечебной работой госпиталь, в который поступали раненые и больные, главным образом инфекционные, выделял медперсонал и имущество на многие суда и формируемые из моряков отряды, действующие на различных фронтах и флотилиях.

ПЕРВОМУ ВОЕННО-МОРСКОМУ ГОСПИТАЛЮ - 300 ЛЕТ

Е.А. Никитин, д-р мед. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ,
В.И. Яремко, заслуженный врач РФ,
ФГКУ «Санаторно-курортный комплекс «Западный»,
контакт. тел. +7 (921) 944 9666, skk.zapadny@yandex.ru

В госпитале в то время трудились многие известные морские врачи. Н.И. Августовский (участник русско-японской войны), основатель научной дисциплины «Организация и тактика медицинской службы флота». В.С. Кравченко (старший врач крейсера «Аврора» в Цусимском бою), В.Г. Гаршин (будущий действительный член Академии медицинских наук СССР), Б.А. Фаворский (одно время начальник санитарной службы дивизии легендарного В.И. Чапаева), который стал профессором кафедры нервных болезней ВММА. А.М. Зотов, который в возрасте 33 лет возглавил созданный в 1938 г. Военно-морской факультет при 1-м Ленинградском медицинском институте им. акад. И.П. Павлова, в годы Великой Отечественной войны руководил медицинской службой Черноморского флота, с 1947 по 1956 г. возглавлял ВММА.

На базе госпиталя в разные годы работали клиники ВММА (военно-морской хирургии, инфекционных болезней, урологии, военно-морской и госпитальной терапии, глазных болезней, травматологии и ортопедии), во главе которых стояли многие видные ученые: Б.В. Лунин, П.А. Алисов, Я.Д. Михельсон, В.М. Уваров, З.М. Волынский, Н.И. Лепорский, Е.Ж. Трон, Д.А. Новожилов. К началу Великой Отечественной войны госпиталь представлял собой хорошо слаженное и достаточно оснащенное учреждение.

Личный состав госпиталя уже с первых дней войны принимал непосредственное участие в решении задач медицинского обеспечения боевых действий сил флота.

12 сентября 1941 г. на его территорию упало более 100 зажигательных и несколько фугасных бомб. Возникли пожары, был поврежден водопровод. В приемном отделении скопилось много раненых. Вскоре госпиталь оказался в 3–4 км от линии фронта, и его пришлось рассредоточить. Вместе с жителями города, его защитниками испытали на себе все тяготы блокады и сотрудники госпиталя, операции порой проводились при освещении фонарями, каганцами. Руководил госпиталем с 1940 по 1949 г. Г.Е. Гонтарев. Всего за годы войны госпиталь оказал медицинскую помощь, вылечил и возвратил в строй более 21 тыс. раненых и больных. 31 мая 1944 г. Указом Президиума Верховного Совета

СССР 1-й Ленинградский военно-морской госпиталь был награжден орденом Ленина.

В 1959 г. в госпитале было создано «специальное» отделение для изучения патологии личного состава кораблей с АЭУ. В 1961 г. отделение, руководимое С.И. Титковым совместно со специалистами Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и Институтом биофизики приняли на лечение часть моряков-подводников АПЛ К-19, облученных в результате тяжелой аварии ЯЭУ в море.

К 80-м гг. XX в. в составе госпиталя было 22 лечебных коечных отделения, ежегодно здесь проводилось лечение до 10 тыс. человек.

С начала 90-х гг. прошедшего столетия госпиталь претерпел множество преобразований и переименований. С 1 декабря 2013 г. наименование госпиталя – «Филиал № 5 (1 Военно-морской клинический госпиталь) ФГКУ 442 ОВКГ Министерства обороны РФ». На 1 января 2015 г. госпиталь развернут на 175 коек.

В послевоенные годы учреждением руководили опытные военно-морские врачи: Ф.И. Синенко (1949–1954), Е.Е. Полищук (1954–1960), К.С. Артеменко (1960–1973), Г.Б. Скларов (1973–1984), В.А. Егоренков (1984–1987), Б.Л. Якимов (1987–1991), Н.М. Хропатый (1991–1999), О.А. Караулов (1999–2004), В.И. Пьянов (2004–2006), М.В. Егоренков (2006–2009), Р.А. Дмитришен (2009–2013). В настоящее время руководит госпиталем врач высшей категории подполковник медицинской службы С.А. Шилов.

Сегодня госпиталь работает в тесном взаимодействии с гражданским здравоохранением города, ровесником которого он является. ■



Е. А. Никитину
11 апреля 2015 г.
исполнилось
65 лет

Редакция журнала поздравляет Евгения Александровича с днем рождения, желает ему здоровья, успехов в дальнейшей плодотворной работе и общественной деятельности.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ СТАТЕЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков, включая рисунки. Текст набирается в редакторе MS Word под Windows, формулы – в фирменном редакторе MathType. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутонные), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутонных, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 300 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале. Статья представляется с рецензией.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются на бесплатной и безгонорарной основе. Контрольное рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.039.533.6 **Ключевые слова:** КБ «Вымпел», проектирование, большой охотник, торпеда, гидрографическое судно, ледакол, специальный объект

Р.М. Бегиев. КБ «Вымпел»: 85 лет на службе военно-морского флота // Морской вестник. 2015. №2. С. 6

Подробно изложена история создания и развития КБ «Вымпел». Особое внимание уделено проектированию больших охотников, малых морских танкеров, водоналивных транспортов, судов атомно-технологического обеспечения, катеров связи и др., а также взаимодействию с судостроительными предприятиями страны. Ил. 5.

УДК 623.9 **Ключевые слова:** виброизолирующая подвеска, конструкция, особенности

Е.П. Железнов. Виброизолирующие подвески корабельных трубопроводных систем // Морской вестник. 2015. №2. С. 9

Дан обзор основных используемых виброизолирующих подвесок в отечественном кораблестроении. Показаны конструктивные особенности рассматриваемых подвесок, их преимущества и актуальность использования. Ил. 7. Библиогр. 4 назв.

УДК 629.5.017 **Ключевые слова:** судно с воздушной каверной, посадка и остойчивость, нормы Регистра и ИМО

Ю.Н. Горбачев, Ю.М. Фишкис. Остойчивость водоизмещающих судов с воздушной каверной на днище // Морской вестник. 2015. №2. С. 13

Приведен метод расчета посадки и остойчивости водоизмещающих судов с единой воздушной каверной на днище, на базе которого разработана программа «Проверки остойчивости по нормам Регистра и ИМО». Приведены результаты расчетов на примере навалочника дедевейтом 70 000 т. Показано, что наличие каверны не приводит к ухудшению нормируемых показателей остойчивости судна. Т. 2. Ил. 4. Библиогр. 2 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** дистанционно управляемые необитаемые катера (ДУНК), необитаемые аппараты экранопланного типа (НАЭ), на воздушной подушке (НАВП), высокоскоростные амфибийные судна

А. А. Шилкин. Оценка целесообразности создания необитаемых аппаратов с динамическими принципами поддержания гражданского назначения // Морской вестник. 2015. №2. С. 16

Дана первоначальная оценка возможности создания морских комплексов на основе необитаемых надводных аппаратов на воздушной подушке и экранопланного типа, предназначенных для решения ряда задач в гражданской области. Рассмотрены особенности разработки и эксплуатации аппаратов. Библиогр. 6 назв.

УДК 629.12.001.63 **Ключевые слова:** многоцелевое судно, критерии оптимизации, технологическое оборудование

Р. Д. оглы Баширов, О. М. оглы Абдуллаев. Системный анализ и критерии оптимизации технологического оборудования многоцелевого судна с краном грузоподъемностью 300 т // Морской вестник. 2015. №2. С. 20

О выборе критериев оптимизации предлагаемого к установке на судне технологического оборудования, применяемого при обслуживании объектов морского нефтепромысла, с учетом взаимовлияния их характеристик на качество проектируемого судна. Ил. 1. Библиогр. 2 назв.

УДК 629.12.06-8+621.56/57 **Ключевые слова:** аэрофинишер, гидродинамический тип, конструктивная схема, оптимизация, характеристика, энергопоглотитель

А. В. Канаев. Модернизация основных параметров и характеристик тормозных систем в обеспечении требований, предъявляемых к современным корабельным аэрофинишерам // Морской вестник. 2015. №2. С. 23

Кратко описана методика расчета основных параметров и характеристик тормозных систем в обеспечении требований, предъявляемых к современным корабельным аэрофинишерам. Выполнен анализ возможных конструктивных схем аэрофинишеров на основе роторных энергопоглотителей гидродинамического типа. Представлена методика расчета ротационного энергопоглотителя. Ил. 5. Библиогр. 1 назв.

УДК 669.14.018.41:620.17 **Ключевые слова:** судостроительная сталь, трубная сталь, слябы, химический состав, унификация

В.К. Башаев, С.В. Коротковская, В.В. Орлов, Е.И. Хлусова. Термомеханическая обработка судостроительной стали: унификация с трубной сталью К65 // Морской вестник. 2015. №2. С. 29

Показана перспективность использования унифицированных химических составов для ряда наиболее востребованных сталей и возможность обеспечения их механических свойств и требуемых эксплуатационных характеристик только за счет варьирования технологических параметров производства при наиболее эффективном использовании имеющегося технологического оборудования. Разработана и внедрена на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» технология изготовления листового проката из низколегированной низкоуглеродистой судостроительной стали с гарантированным пределом текучести 460 МПа с химическим составом, унифицированным с трубной сталью К65. Приведены результаты изготовления опытных партий листового проката, базовые механические свойства и характеристики работоспособности. Т. 5. Ил. 6. Библиогр. 3 назв.

УДК 658.012:04.032 **Ключевые слова:** корпоративная информационная система, автоматизация, планирование, диспетчеризация

И.С. Суховинский, К.Ю. Александрович. Внедрение корпоративной информационной системы на предприятии «Винетак»: начало положено // Морской вестник. 2015. №2. С. 35

Освещена проблема внедрения автоматизированной информационной системы на предприятии и перехода конструкторско-технологической службы на сетевую работу в PDM-системе. Продемонстрирован опыт, обозначены сложности и перспективы, ожидаемые от перехода на промышленную эксплуатацию PDM-продукта. Ил. 3.

УДК 04.032.2:681.324 **Ключевые слова:** модуль данных, ИЭТР, номенклатура модулей данных, математическая модель, эксплуатационная документация, руководство по эксплуатации

М.В. Сергеев, Р.В. Брежгин, И.Л. Боброва. Математическая модель номенклатуры модулей данных в составе эксплуатационной документации модульной структуры // Морской вестник. 2015. №2. С. 39

Рассмотрена математическая модель определения номенклатуры модулей данных, подлежащих разработке в составе эксплуатационной документации модульной структуры определенного сложного изделия в рамках современного подхода к разработке технической документации на основе международной спецификации S1000D. Т. 6. Библиогр. 2 назв.

УДК 623.094 **Ключевые слова:** корпусная конструкция, магнитное поле, нормативно-техническая база

Б.Ю. Семенов. Нормативная база прошлого века: популярный ветер или тормоз движения? // Морской вестник. 2015. №2. С. 43

Проанализировано современное состояние действующей нормативно-технической базы по отношению к текущему уровню развития корабельных и судовых систем компенсации магнитного поля корпусных конструкций, механизмов и оборудования, вносятся предложения о путях ее совершенствования. Ил. 6. Библиогр. 1 назв.

УДК 658.5.012.1 **Ключевые слова:** промышленное предприятие, система ключевых сбалансированных показателей, устойчивость функционирования, оперативное планирование, стратегическое планирование

Ю.А. Николаев. Этапы регулирования показателя устойчивости промышленного предприятия // Морской вестник. 2015. №2. С. 47

Цель данной работы – формирование системы ключевых сбалансированных показателей устойчивости функционирования промышленного предприятия. Диапазон изменения этих показателей может варьироваться в широких пределах в зависимости от фазы развития жизненного цикла предприятия. Организация этапов последовательного процесса мониторинга сбалансированных показателей устойчивости, сравнительная оценка текущих значений с базовыми параметрами, адекватная реакция менеджмента предприятия могут позволить объединить процессы стратегического и оперативного планирования, повысить результативность реализации стратегии развития, ускорить темпы его роста. Библиогр. 4 назв.

УДК 658.012:629.5 **Ключевые слова:** высокотехнологическое изделие, техническое обслуживание, регламент, электронный вид

Д.А. Богданов, В.А. Власов, Р.А. Мысын, К.Б. Трошкин. Новые решения в сфере разработки нормативной документации технического обслуживания кораблей и судов ВМФ РФ // Морской вестник. 2015. №2. С. 51

Приведен анализ отечественного опыта разработки регламентов технического обслуживания на высокотехнологические изделия. Предложены решения по разработке регламентов и представлению регламентов технического обслуживания в электронном виде. Т. 3. Ил. 3. Библиогр. 6 назв.

УДК 681.322 **Ключевые слова:** корпус судна, изготовление, информационное обеспечение, управление процессом

Е.Н. Никитин, В.И. Черненко, В.А. Рогозин. Формирование информационного обеспечения для управления процессом изготовления корпуса судна // Морской вестник. 2015. №2. С. 55

Авторами разработаны информационное обеспечение и программа формирования информационных объектов о предстоящих работах со значениями параметров каждой работы, необходимыми для выдачи своевременных заданий рабочим при изготовлении корпуса судна. Ил. 4. Библиогр. 2 назв.

УДК 621.757.06-229:629.5 **Ключевые слова:** тяговый электромагнит, держащая сила, рабочий (воздушный) зазор, площадь полюса, магнитная проницаемость, магнитодвижущая сила, уравнение нагрева катушки электромагнита, удельное сопротивление, местные деформации, система подвижных магнитов, нагрузка работающих рук

А.Я. Розинов, А.Ю. Бескровный. Особенности конструкции и практики использования средств сборки с электромагнитным креплением при монтаже металлических конструкций // Морской вестник. 2015. №2. С. 58

Рассмотрены конструктивно-технологические особенности круглых и прямоугольных электромагнитов и формулы расчета их держащей силы. Представлены результаты статистически определенных размеров воздушных зазоров, влияния состояния поверхности и деформирования металлических конструкций на изменение держащей силы электромагнитов. Описаны особенности гибкого электромагнитного крепления сборочных устройств, проанализированы результаты исследований физиологов работоспособности рук при переносе сборочного инструмента и указана предельно допустимая масса этого инструмента при монтаже металлоконструкций. Т. 2. Ил. 5. Библиогр. 2 назв.

УДК 621.355:623.827 **Ключевые слова:** подводная лодка, литий-ионный, аккумуляторная батарея, жидкостное охлаждение

Д. В. Ватрак, А. В. Чигарев, Р. В. Соколов. Оценка эффективности жидкостного охлаждения литий-ионных аккумуляторных батарей неатомных подводных лодок // Морской вестник. 2015. №2. С. 62

Приведены результаты оценочного расчета мощности тепловыделений литий-ионных аккумуляторных батарей в аккумуляторных ямах неатомных подводных лодок (НАПЛ)

при применении жидкостного охлаждения. Дана оценка эффективности применения жидкостного охлаждения литий-ионных аккумуляторных батарей на НАПЛ. Ил. 3. Библиогр. 6 назв.

УДК 656.6 **Ключевые слова:** стратегический объект, взрывчатое вещество, обнаружение, нейтронный радиационный анализ

Г.А. Подберезный, Н.Ю. Илькухин, Ю.К. Колобов. Обеспечение безопасности стратегических объектов с использованием установок обнаружения взрывчатых веществ на основе метода нейтронного радиационного анализа // Морской вестник. 2015. №2. С. 65

Рассмотрены методы обнаружения взрывчатых веществ в целях обеспечения безопасности. Предложен метод нейтронного радиационного анализа с целью снижения ложных тревог путем внедрения специальных конструкций и алгоритмов обработки данных. Библиогр. 4 назв.

УДК 621.313.04 **Ключевые слова:** асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь, тепловая схема замещения, нагрев, обмотка статора, система дифференциальных уравнений

В.М. Приходько, И.В. Приходько. Математическая модель судовых асинхронных двигателей при сушке изоляционных систем по энергосберегающей технологии // Морской вестник. 2015. №2. С. 67

Дано аналитическое определение параметров управляемого токового безразборного контрольного прогресса изоляции судовых асинхронных двигателей по разработанной структурной схеме с реализацией на ПЭВМ. Определен алгоритм и реализована на ПЭВМ рабочая программа, составленные на основе теплотехнической модели для исследования тепловых процессов в судовых асинхронных двигателях при контрольном прогреве, подсушке, сушке и восстановлении сопротивления изоляции увлажненных обмоток статоров. Приведены характеристики нагрева статорных обмоток судовых асинхронных двигателей постоянным током, регулируемым тиристорным преобразователем с перестраиваемой структурой силового вентиляльного модуля. Ил. 7. Библиогр. 10 назв.

УДК 621.43. **Ключевые слова:** гребной электродвигатель, вентиляльный двигатель, широтно-импульсная модуляция

В.И. Вершинин, А.Н. Богданов. Построение гребного электропривода на базе вентиляльного двигателя с широтно-импульсной модуляцией // Морской вестник. 2015. №2. С. 71

Предложен способ построения регулируемых синхронных электроприводов, основанный на реализации режима работы синхронного двигателя по схеме вентиляльного двигателя с широтно-импульсной модуляцией фазного напряжения. Разработано математическое описание электромеханических процессов, протекающих в предлагаемом гребном электродвигателе. Ил. 1. Библиогр. 1 назв.

УДК 621.436:629.5 **Ключевые слова:** ОАО «Звезда», дизельный двигатель, демонстрация

Первая публичная демонстрация работы новейшего российского дизельного двигателя // Морской вестник. 2015. №2. С. 72

Сообщение о представлении в ОАО «Звезда» 12-цилиндрового дизельного двигателя М-150 мощностью 1440 кВт (2100 об/мин), предназначенного для скоростных и рабочих судов внутреннего прибрежного плавания, дизель-генераторных установок и др. Ил. 4

УДК 534.86 **Ключевые слова:** бортовая РЛС, радиоэлектронное противодействие, ложный объект, селекция, алгоритм

Ю.Ф. Подоплёкин, Ю.С. Ицкович, П.А. Новиков, В.В. Морозов. Пространственная спектрально-корреляционная селекция ложных объектов бортовыми РЛС при работе в условиях радиоэлектронного противодействия // Морской вестник. 2015. №2. С. 75

Основной критерий для оценки эффективности применения бортовых РЛС – это вероятность выделения истинных радиоконтрастных объектов (ИРКО) в условиях радиоэлектронного противодействия (РЭП). Для повышения указанной вероятности создаются различные алгоритмы селекции ложных объектов, при этом выходным параметром алгоритмов является признак класса объекта: истинный РКО, уголкового отражателя (УО), или дипольное облако (ДО). Показано, что от достоверности полученной информации напрямую зависит эффективность применения бортовых РЛС. Предложен метод пространственной спектрально-корреляционной селекции ложных объектов, повышающий достоверность классификации полного множества объектов. Т.1. Ил. 4. Библиогр. 4 назв.

УДК 528.92 **Ключевые слова:** съемка, магнитное поле Земли, гравитационное поле Земли, магнитометр, гравиметр, эхолот, гидролокатор, эхограф, профилограф, эхотрал.

А.Ф. Зеньков, П.И. Малеев, А.М. Шарков, В.В. Глазко. Состояние и возможные направления развития средств гидрографии ВМФ // Морской вестник. 2015. №2. С. 79

Проанализированы основные направления использования средств гидрографии в интересах ВМФ и ряда отраслей народного хозяйства. Дана оценка состояния их развития. Показаны необходимость и основные направления дальнейшего развития этих средств. Т. 3. Ил. 3. Библиогр. 20 назв.

УДК 621.039.5:621.4 **Ключевые слова:** суда смешанного река-море плавания, барже-буксирный состав, составное судно, блок-схема, главные характеристики, коэффициент полноты, водоизмещение порожнем, буксировочное сопротивление, скорость, экономика

А.Г. Егоров. Математическая модель определения главных характеристик составных судов // Морской вестник. 2015. №2. С. 85

Предложена структурная схема определения основных характеристик составов и составных судов смешанного река-море плавания нового поколения. Указаны основные этапы расчетов. Приведены данные анализа путевых условий для рассматриваемого типа судов, формулы для оценки водоизмещения порожнем в начальной стадии проектирования. На базе алгоритма Б.В. Богданова предложен способ определения скорости движения состава или составного судна с учетом данных модельных испытаний и эксплуатации современных судов со сверхполными обводами. Приведен возможный вариант расчета экономики судов смешанного река-море плавания. Т.2. Ил. 2. Библиогр. 26 назв.

УДК 627.77 **Ключевые слова:** аварийная подводная лодка, поисково-спасательное обеспечение, спасательный глубоководный аппарат, дооборудование, самоходный спасательный контейнер, камера присоса, комингс-площадка

Ю.А. Берков, В.Н. Илюхин, А.В. Овчинников. О совершенствовании способов и устройств спасения экипажа аварийной подводной лодки подо льдами // Морской вестник. 2015. №2. С. 91

Спасение личного состава аварийных подводных лодок – одна из наиболее сложных задач системы поисково-спасательного обеспечения ВМФ. Нерешенные проблемы наиболее отчетливо проявляются в период проведения спасательных операций. Решение задачи спасения экипажа аварийной подводной лодки подо льдом требует применения новых подходов к созданию способов и устройств для спасения. Рассмотрены возможные пути решения данной задачи, основные требования к созданию таких способов и устройств. Ил. 9. Библиогр. 5 назв.

УДК 534.222 **Ключевые слова:** древесина, пиломатериалы, влажность, свободная и связанная влага, способ удаления влаги, нелинейная акустика

С.А. Бахарев, Л.М. Клячко, А.В. Рогожников, В.К. Смирнов. Низкотемпературное удаление влаги из древесины и пиломатериалов в акустических полях относительно малой интенсивности // Морской вестник. 2015. №2. С. 97

Предложена новая технологическая схема низкотемпературного удаления влаги из древесины (на открытом воздухе) и пиломатериалов (в акустической сушильной камере) под воздействием акустических волн относительно малой интенсивности (130-140 дБ), которая максимально полно отвечает соотношению качества, стоимости, производительности, энергозатратности, экологичности. Приведены основные результаты промышленных испытаний разработанной технологии в нашей стране (компания «Леско», «Маритал» и др.), а также в Юж. Корею, Вьетнаме и Испании в 2004-2014 гг. Ил. 6. Библиогр. 8 назв.

УДК 681.883.22 **Ключевые слова:** многолучевые, эхолоты, топография, безопасность акватории

Ю.А. Богачев. Многолучевые эхолоты. Типовые характеристики и применение // Морской вестник. 2015. №2. С. 103

Кратко обозначено назначение многолучевых эхолотов, даны рекомендации для использования. Указан состав оборудования для выполнения топографической съемки дна. Представлена сравнительная характеристика многолучевых эхолотов компании «Teledyne Reson». Описан программный комплекс по обработке полученных данных промеров. Т. 1. Ил. 3.

УДК 629.553 **Ключевые слова:** корабельное помещение, пожароопасная обстановка, система конт-

роля пожарной опасности (СКПО), система распознавания образов, априорный словарь признаков, комбинированные алгоритмы распознавания, матрица попарного сравнения

М. В. Марковский, А. В. Марковский, М. В. Михненко, В. Н. Круглевский, В. А. Колесник. Процесс контроля пожарной опасности в корабельных помещениях как задача распознавания образов // Морской вестник. 2015. №2. С. 105

Представлена система контроля пожарной опасности (СКПО) на корабле как системы распознавания образов. Механизм классификации образов формируется на языке разбиения пространства признаков или отображения пространства признаков в пространство решений. Проанализированы этапы построения такой СКПО. Ил. 2. Библиогр. 10 назв.

УДК 629.123 **Ключевые слова:** мировое судостроение, SMM-2014, морская техника, охрана окружающей среды, судовое топливо, природный сжиженный газ

Е.А. Горин, К.С. Чернов. Мировое судостроение в 2014 году – курс на Green shipping. Часть 1 // Морской вестник. 2015. №2. С. 109

Обсуждаются повышение эффективности морской техники и вопросы охраны окружающей среды. Рассмотрены представленные на выставке SMM-2014 экономичные и экологичные технологии и их использование в судостроении и морском транспорте, состояние и перспективы применения природного сжиженного газа. Приводится информация о достижениях судостроительной отрасли. Ил. 4. Библиогр. 8 назв.

УДК 37:623.8 **Ключевые слова:** кадры, подготовка, СПбГМТУ, Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

В.В. Патрушев, А.К. Филимонов, А.Б. Аюпан, Д.И. Кузнецов. Система подготовки современных высококвалифицированных кадров для концерна «Морское подводное оружие – Гидроприбор» на примере СПбГМТУ // Морской вестник. 2015. №2. С. 112

Предложена концепция подготовки современных высококвалифицированных кадров для ОПК и ВМФ с учётом интеграции интеллектуального и промышленного потенциала СПбГМТУ и Концерна «Морское подводное оружие – Гидроприбор». Ил. 2. Библиогр. 3 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** торпедный катер, проектирование, КБ

Д. Ю. Литинский. Создание торпедных катеров дальнего действия // Морской вестник. 2015. №2. С. 115

Подробно рассказано о проектировании торпедных катеров Г-5, Г-8, Ш-4, СМ-4, СМ-3, Д-3 в предвоенный период. Проектировавшийся под руководством Л.Л. Ермаша 40-тонный катер П-23 (Д-4) был построен в Зеленодольске и в конце 1942 г. передан для боевого использования на действующий Черноморский флот. Ил. 6. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.5 (092) **Ключевые слова:** «Северная верфь», сторожевик, «Ураган», проектирование, Великая Отечественная война

Корабли Великой Победы. Часть 2 // Морской вестник. 2015. №2. С. 119

Продолжение рассказа о сложностях проектирования сторожевых кораблей типа «Ураган» на «Северной верфи», их достоинствах и недостатках и судьбе в ходе Великой Отечественной войны. Ил.4. Библиогр. 8 назв. Часть 1 – см. «Морской вестник», 2015, №1, с. 117

УДК 629.5 **Ключевые слова:** завод №5, малый охотник, торпедный катер, Великая Отечественная война

Л.Г. Грабовец. Вклад судостроительной фирмы «Алмаз» в дело Великой Победы // Морской вестник. 2015. №2. С. 125

Подробно рассказано о работе СФ «Алмаз» (тогда завод №5) в годы Великой Отечественной войны, строительстве катеров типа ТК-Д3, КМ-2 и КМ-4, которые затем участвовали в очистке фарватеров Финского залива, гаваней Таллина, Риги, а также малых охотников МО-4, МО-103 и МО-124. Особое внимание уделено людям, которые несмотря на блокаду, самоотверженно трудились для достижения победы в войне. Ил. 11.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** военно-морской госпиталь, история

Е.А. Никитин, В.И. Яремко. Первому военно-морскому госпиталю – 300 лет // Морской вестник. 2015. №2. С. 128

Кратко знакомит с созданием и развитием военно-морского госпиталя, основанного Петром I в 1715 г.

Authors shall submit articles of up to 20,000 characters, including figures, in electronic form. The text shall be typed in MS Word under Windows, formulas – in the equation editor «MathType». Illustrations present in the article shall be submitted additionally, in the following formats: TIFF CMYK (full color), TIFF GRAYSCALE (grayscale), TIFF BITMAP (dashed), EPS, JPEG, with resolution of 300 dpi for grayscale figures and 600 dpi for dashed ones and in sizes desired for placement.

Articles shall contain an abstract of up to 300 characters, keywords, and bibliographic library UDC identifier. Authors shall indicate their degree, academic status, place of employment, job position, and telephone number, as well as provide a written permission of the Editor to place articles on the Internet and in the Scientific Electronic Library after publication in the journal. Articles shall be submitted with reviews.

The articles of postgraduate and degree-seeking students shall be accepted for publication on a free and royalty-free basis. The control review of these articles shall be performed by the editorial board, with the assistance of dedicated experts, if necessary. In case of refusal to publish articles, reviews shall be sent to authors. The contents of the journal shall be submitted to the editorial board quarterly. The decision concerning the next issue of the journal shall be formally established with the protocol.

SUMMARIES

UDC 621.039.533.6 **Keywords:** Design Bureau «Vympel», layout, large submarine hunting ship, torpedo, hydrographic survey ship, icebreaker ship, dedicated facility

R.M. Begishev. DB «Vympel»: 85 years in the service of the Navy // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 6

The history of creation and development of DB «Vympel» is detailed here. Special emphasis is placed upon the design of large submarine hunting ships, small sea tankers, water ships, nuclear maintenance ships, communication motor boats, etc., and cooperation with shipbuilders of the country. Pic. 5.

UDC 623.9 **Keywords:** vibration isolating suspensions, design, features

E.P. Zhelezov. Vibration isolating suspensions for shipboard pipeline systems // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 9

Basic vibration isolating suspensions used in homeland shipbuilding is reviewed. Design features of described suspensions, their advantages and relevance of their use are presented. Pic. 7. Reference list 4 titles.

UDC 629.5.017 **Keywords:** ship on air cavern, sitting and stability, standards of Register and IMO

Yu.N. Gorbachev, Yu. M. Fishkis. Stability of displacement ships on bottom air cavern // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 13

Paper contains the method for calculating the sitting and stability of displacement ships with a single air cavern on the bottom, on the basis of which «checking the stability according to Register and IMO standards» program was developed. The results of calculations on the example of 70,000 tons deadweight bulk carriers are given. It is shown that the presence of the cavern does not lead to a deterioration of standardized indicators of ship stability. Vol. 2. Pic.4. Reference list 2 titles.

UDC 629.5 **Keywords:** remote-controlled unmanned boats (DUNK), ekranoplan type unmanned vehicles (NAE), hovercrafts (NAV), high-speed amphibious ships

A.A. Shilkin. Estimation of expediency of creation of civil unmanned hovercrafts and ekranoplan type vehicles // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 16

The initial assessment of the possibility of creation of marine systems based on unmanned surface hovercraft vehicles and ekranoplan type vehicles designed to solve a number of problems in the civil area. The features of the design and operation of vehicles are detailed in the paper. Reference list 6 titles.

UDC 629.12.001.63 **Keywords:** multi-purpose vessel, criteria for optimization, process equipment

R.D. ogly Bashirov, O.M. ogly Abdullaev. System analysis and optimization criteria of process equipment of the multipurpose vessel with carrying capacity of 300t crane // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 20

On the choice of optimization criteria of the process equipment intended for installation on board, used in servicing offshore oil facilities, taking into account the mutual influence of the characteristics on the quality of projected vessel. Pic. 1. Reference list 2 titles.

UDC 629.12.06-8+621.56/57 **Keywords:** arrester system, hydrodynamic type, structural scheme, optimization, rotary, characteristic bumper inner

A.V. Kanaev. Modernization of the main parameters

and characteristics of the brake systems to meet the requirements for modern ship arrester systems // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 23

The paper briefly describes the method of calculation of the main parameters and characteristics of brake systems to meet the requirements for modern ship arrester systems. The analysis of the possible arrester system design schemes based on rotary bumper inners of hydrodynamic type is performed. The paper presents the method of calculating the bumper inner. Pic.5. Reference list 1 title.

UDC 669.14.018.41:620.17 **Keywords:** shipbuilding steel, pipe steel, slabs, chemical composition, unification

V.K. Bashaev, S.V. Korotkovskaya, V.V. Orlov, E.I. Khlusova. Thermomechanical treatment of shipbuilding steel: unification with pipe steel K65 // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 29

The prospects of the use of standardized chemical compositions are shown for a number of the most popular steel grades and ability to provide the required mechanical properties and performance only by varying the process parameters of production at the most efficient use of available process equipment. The production technology of low-alloy low-carbon shipbuilding steel sheet with guaranteed yield strength of 460 MPa with the chemical composition uniform with pipe steel K65 was developed and implemented at «Magnitogorsk Iron and Steel Company» OJSC. The results of the manufacture of pilot sheet metal batches, basic mechanical properties and performance characteristics are given. Vol.5. Pic.6. Reference list 3 titles.

UDC 658.012:04.032 **Keywords:** corporate information system, automation, scheduling, dispatching

I.S. Sukhovinsky, K.Yu. Aleksandrovich. Implementation of corporate information system at «Vineta» enterprise: the beginning // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 35

The paper highlights the issue of implementation of the automated information system at the enterprise and the transition of design-engineering service to network operation in the PDM-system. The experience is shown and the problems and prospects expected from the transition to commercial operation of PDM-Product are indicated. Pic.3.

UDC 04.032.2:681.324 **Keywords:** data module, IETM, nomenclature of data modules, mathematical model, operational documentation, manual

M.V. Sergeev, R.V. Brezgin, I.L. Bobrova. Mathematical model of the nomenclature of data modules as part of the modular structure operational documentation // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 39

The paper discusses the mathematical model for determining the nomenclature of data modules to be developed as part of the operational documentation of the modular structure of certain complex product as part of the modern approach to the development of technical documentation on the basis of the international specification S1000D. Vol. 6. Reference list 2 titles.

UDC 623.094 **Keywords:** hull structure, magnetic field, technical standards base

B.Yu. Semenov. Regulatory framework of the last century: a tail wind or brakes of the movement? // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. C.43

The paper analyzes the current state of the existing regulatory framework in relation to the current level of development of ship and vessel systems of magnetic field compensation of hull structures, machinery and equipment; the proposals are made on the ways to improve it. Pic. 6. Reference list 1 title.

UDC 658.5.012.1 **Keywords:** industrial enterprise, system of key balanced indicators, stability of operation, operational planning, strategic planning

Yu. A. Nikolaev. Stages of regulation of indicator of stability of industrial enterprise // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. P. 47

The purpose of this work is formation of a system of key balanced indicators stability of operation of the industrial enterprise. The range of variation of these parameters can vary widely, depending on the phase of development of the enterprise life cycle. Organization of successive stages of the process of monitoring the balanced stability indicators, comparative assessment of current values with the basic parameters, adequate response of the enterprise management may allow to combine the processes of strategic and operational planning, enhance the effectiveness of the strategy of development, accelerate the pace of its growth. Reference list 4 titles.

UDC 658.012:629.5 **Keywords:** highly technological product, maintenance, regulation, electronic form

D.A. Bogdanov, V.A. Vlasov, R.A. Myskin, K.B. Troshkin. New solutions in the development of standard documentation of maintenance of ships and vessels of the Russian Navy // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. C.51

An analysis of domestic experience in the development of regulations on maintenance of highly technological products is given. The paper proposes solutions for the development of regulations and presentation of regulations on maintenance in electronic form. Vol.3. Pic. 3. Reference list 6 titles.

UDC 681.322 **Keywords:** hull, manufacturing, information support, process control

E.N. Nikitin, V.I. Chernenko, V.A. Rogozin. Formation of information support to control the process of manufacturing the hull // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. C.55

The authors have developed information support and the program for the formation of information objects of upcoming work with the parameter values of each work necessary for the timely issuance of tasks to the workers in the manufacture of the hull. Pic. 4. Reference list 2 titles.

UDC 621.757.06-229:629.5 **Keywords:** traction solenoid, holding power, working (air gap), the pole area, magnetic permeability, magnetomotive force, the equation of solenoid coil heating, resistivity, local deformations, moving magnet system, load of working arms

A.Ya. Rozinov, A.Yu. Beskrovny. Design features and practices of use of assembly means with solenoid fastening in the installation of metal structures // Morskoy Vestnik. 2015. No. 2. C.58

The paper describes constructive-technological features of round and rectangular solenoids and the formula for calculating their holding powers. The results of the statistical definition of the size of air gaps, the influence of the state of the surface and deformation of metal structures on changes in holding power of solenoids are given. The features of flexible solenoid fastening of assembly means are described; the paper analyzes the results of physiologists' research of arm performance when carrying the assembly tool and the paper contains the maximum allowable weight of the tool in the installation of metal structures. Vol.2. Pic. 5. Reference list 2 titles.

UDC 621.355:623.827 **Keywords:** submarine, Li-Ion rechargeable battery, liquid cooling

D.V. Batrak, A.V. Chigarev, R.V. Sokolov. Estimation

of efficiency of liquid-cooled lithium-ion rechargeable batteries of non-nuclear submarines // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 62

The paper contains results of the calculation of the estimated heat generation capacity of lithium-ion rechargeable batteries in the battery wells of non-nuclear submarines (NNS) in case of application of liquid cooling. The estimation of the effectiveness of liquid-cooled lithium-ion rechargeable batteries in the NNS is given Pic. 3. Reference list 6 titles.

UDC 656.6 **Keywords:** strategic object, explosive detection, neutron radiation analysis

G.A. Podberezny, N.Yu. Ilkukhin, Yu.K. Kolobov. Ensuring the safety of strategic facilities using explosive detection systems on the basis of neutron radiation analysis // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 63

The methods of explosive detection in order to ensure safety are detailed. The method of neutron radiation analysis to reduce false alarms by introducing special designs and data processing algorithms is proposed. Reference list 4 titles.

UDC 621.313.04 **Keywords:** induction motor, thyristor converter, thermal replacement scheme, heating, stator winding, system of differential equations

V.M. Prikhod'ko, I.V. Prikhod'ko. Mathematical model of marine asynchronous motors in drying insulation systems for energy-saving technology // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. C.67

An analytical determination of parameters of controlled current in place control heating of insulation of marine induction motors according to a developed block diagram with the implementation on the PC is given. The algorithm is defined and work program is implemented on the PC drawn up on the basis of thermophysical model for the study of thermal processes in marine induction motors at the control heating, drying and restoring the insulation resistance of moistened stator windings. The characteristics of heating of stator windings of ship induction motors with DC controlled by thyristor converter with adjustable power structure of the valve module are given. Pic. 7. Reference list 10 titles.

UDC 621.43. **Keywords:** propulsion motor, valve engine, pulse width modulation

V.I. Vershinin, A.N. Bogdanov. Construction of propulsion motor on the basis of propeller motor with pulse-width modulation // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 71

A method for constructing controlled synchronous electric drives based on the implementation of the mode of a synchronous motor under the scheme of propeller motor with pulse-width modulation of phase voltage is given. Mathematical description of electromechanical processes in the proposed propulsion motor is developed. Pic. 1. Reference list 1 title.

UDC 621.436:629.5 **Keywords:** «Zvezda» OJSC, diesel engine, demonstration

The first public demonstration of the newest Russian diesel engine // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 72

Notice of provision to «Zvezda» OJSC with a 12-cylinder diesel engine M-150 with power of 1440 kW (2100 rpm), designed for high-speed and working vessels of inland coastal navigation, diesel generator units, etc. Pic. 4.

UDC 534.86 **Keywords:** onboard radar station, electronic countermeasures, false object, selection, algorithm

Yu.F. Podoplekin, Yu.S. Itskovich, P.A. Novikov, V.V. Morozov. Spatial spectral correlative selection of false objects by onboard radar station when operating in conditions of electronic countermeasures // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 75

The main criterion for evaluating the effectiveness of onboard radar station is the probability of selection of true radio-objects (TRO) under electronic countermeasures (ECM). To increase the probability of said different selection algorithms for false objects are created; and the output parameter of the algorithm is a sign of an object class: true TRO, corner reflector (CR), or dipole cloud (DC). It is shown that the reliability of information received directly influences the effectiveness of onboard radar. A method of spatial spectral correlative selection of false objects increasing the accuracy of the classification of the total set of objects is proposed. Vol. 1. Pic. 4. Reference list 4 titles.

UDC 528.92 **Keywords:** shooting, magnetic field of the Earth, the Earth's gravitational field, magnetometer, gravimeter, echo sounder, hydrolocator, echograph, profilograph, swath

A.F. Zen'kov, P.I. Maleev, A.M. Sharkov, V.V. Glazko. The state and possible directions of development of the Navy Hydrography means // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 79

The main directions of use of hydrography means for the Navy and a number of sectors of the economy are analyzed. The estimation of the state of their development is given. The need for, and the main directions of further development of these means are indicated. Vol. 3. Pic.3. Reference list 20 titles.

UDC 621.039.5:621.4 **Keywords:** combined river-sea navigation ships, barge-towing arrangement, composite vessel, block diagram, main characteristics, coefficient of completeness, lightship displacement, towing resistance, speed, economy

A.G. Egorov. Mathematical model for determining the main characteristics of composite vessels // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 85

A block diagram of determining the main features of arrangements and composite vessels of river-sea vessels of new generation is proposed. The main stages of calculation are indicated. The data of analysis of the travel conditions for ships of this type are given, as well as the formula for estimating lightship displacement at the initial design stage. On the basis of the algorithm of B.V. Bogdanov, a method for determining the speed of arrangement or composite vessel is proposed based on the data of model testing and operation of modern ships with overcomplete contours. An option of calculating the economy of river-sea vessels is given. Vol.2. Pic. 2. Reference list 26 titles.

UDC 627.77 **Keywords:** search and rescue aid, rescue deep-sea vehicle, additional equipment, self-propelled rescue container, suction chamber, coaming platform

Yu.A. Berkov, V.N. Ilyukhin, A.V. Ovchinnikov. On improvement of methods and devices of emergency rescue of disabled submarine crew under the ice // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 91

Rescue of disabled submarine crew is one of the most difficult tasks of the Navy search and rescue aid system. Unresolved problems are most clearly manifested during the rescue operations. Solution of the task of emergency rescue of disabled submarine crew under the ice requires new approaches to methods and devices for rescue. The possible ways of solving this problem, the basic requirements for the establishment of such methods and devices are discussed. Pic. 9. Reference list 5 titles.

UDC 534.222 **Keywords:** timber, lumber, humidity, free and bound moisture, method of removing moisture, nonlinear acoustics

S.A. Bakharev, L.M. Klyachko, A.V. Rogozhnikov, V.K. Smirnov. Low-temperature removal of moisture from timber and lumber in the acoustic fields of relatively low intensity // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 97

A new technological scheme of the low-temperature removal of moisture from timber (outdoors) and lumber (in acoustic drying chamber) under the influence of acoustic waves of relatively low intensity (130-140 dB) is proposed, which fully corresponds to the ratio of quality, cost, performance, energy consumption, and environmental friendliness. The main results of industrial tests of the technology in our country (companies: «Lesko», «Maritana» etc.), as well as in the South. Korea, Vietnam and Spain in the 2004–2014 biennium are given. Pic. 6. Reference list 8 titles.

UDC 681.883.22 **Keywords:** multibeam, echo sounders, topography, safety of water area

Yu.A. Bogachev. Multibeam echo sounders. Typical characteristics and applications // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 103

The paper briefly indicates the intended use of multibeam echo sounders, recommendations for use. The set of equipment for surveying the bottom is presented. The comparative characteristic of multibeam echo sounders by «Teledyne Reson» is given. The paper describes the software system for processing the data of obtained measurements. Vol. 1. Pic. 3

UDC 629.553 **Keywords:** ship room, fire hazardous conditions, fire hazard control system (FHCS), pattern recognition system, a priori sign dictionary, combined recognition algorithms, matrix of pairwise comparison

M.V. Markovsky, A.V. Markovsky, M.V. Mikhnenko, V.N. Kruglevsky, V.A. Kolesnik. The process of fire hazard control in the ship rooms as a pattern recognition tasks // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 105

The fire hazard control system (FHCS) on a ship as a pattern recognition system is presented. Pattern classification mechanism is formed in the language of partition of sign space or display of sign space to the space of solutions. The stages of establishing such FHCS are analyzed. Pic. 2. Reference list 10 titles.

UDC 629.123 **Keywords:** global shipbuilding, SMM–2014, marine engineering, environmental protection, marine fuel, liquefied natural gas

E.A. Gorin, K.S. Chernov. Global shipbuilding in 2014 – course for Green shipping. Part 1 // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 109

The paper discusses the efficiency of marine engineering and environmental protection issues. It also considers cost-effective and environmentally-friendly technologies presented at the exhibition SMM-2014 and their uses in shipbuilding and maritime transport, the state and prospects of liquefied natural gas application. Information on the achievements of the shipbuilding industry is given. Pic. 4. Reference list 8 titles.

UDC 37:623.8 **Keywords:** personnel, training, SPbSMTU, Concern «Sea underwater weapon–Gidropribor»

V.V. Patrushev, A.K. Filimonov, A.B. Akopyan, D.I. Kuznetsov. Training system of highly-qualified personnel for the Concern «Sea underwater weapon–Gidropribor» through an example of SPbSMTU // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 112

The training concept of highly-qualified personnel for MIC and the Navy is proposed in light of integration of intellectual and industrial capacity of SPbSMTU and the Concern «Sea underwater weapons–Gidropribor». Pic. 2. Reference list 3 titles.

UDC 629.5 **Keywords:** torpedo boat, design, CB
D.Yu. Litinsky. Creation of long-range torpedo boats // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 115

The paper describes in detail the design process of torpedo boats G-5, G-8, SH-4, SM-4, SM-3, D-3 in the prewar period. 40-ton boat P-23 (D-4) designed under L.L. Ermash was built in Zelenodolsk and at the end of 1942 was transferred for combat use to the current Black Sea Fleet. Pic. 6. Reference list 5 titles.

UDC 629.5 (092) **Keywords:** «Severnaya Verf» patrol ship, «Uragan», design, the Great Patriotic War
Ships of the Great Victory. Part 2 // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 119

Continuation of the story about the complexities of designing patrol ships of «Uragan» type at «Severnaya Verf», their advantages and disadvantages and fate in the course of the Great Patriotic War. Pic.4. Reference list 8 titles Part 1 – cm. «Morskoy Vestnik», 2015, No. 1, P. 117.

UDC 629.5 **Keywords:** shipyard No. 5, small submarine hunting ship, motor torpedo-boat, the Great Patriotic War

L.G. Grabovets. The contribution of shipbuilding company «Almaz» in the Great Victory // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 125

The paper describes in detail the work of SC «Almaz» (plant No. 5 then) in the Great Patriotic War, construction of boats TK-D3, KM-2 and KM-4, which then took part in cleaning the Gulf of Finland, harbors of Tallinn, Riga; and small hunters MO-4, MO-103 and MI-124. Particular attention is paid to people who in spite of the blockade, worked selflessly to achieve victory in the war. Pic. 11.

UDC 629.5 **Keywords:** naval hospital, history
E.A. Nikitin, V.I. Yaremko. The First Naval Hospital is 300 years old // *Morskoy Vestnik*. 2015. No. 2. P. 128

Briefly describes creation and development of the naval hospital, founded by Peter I in 1715.