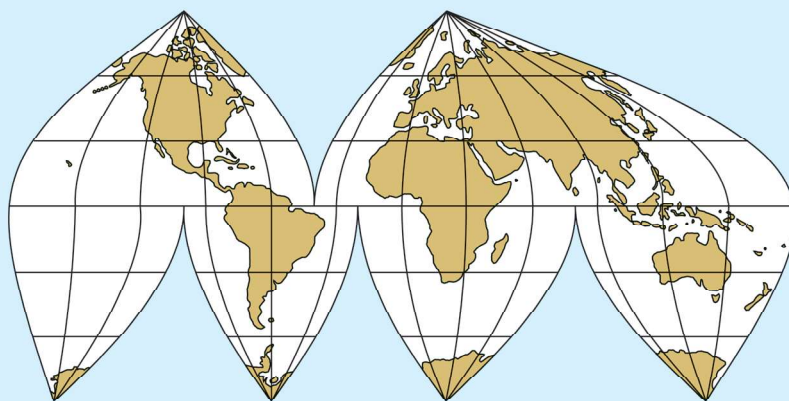


ЗАПИСКИ ПО ГИДРОГРАФИИ



№ 300
(издаются с 1842 года)



2017

УДК 629.12.053 (083)

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ИНДУКЦИОННЫЙ ЛАГ ИЭЛ-2М

А. Ю. Баринов

(АО «Катав-Ивановский приборостроительный завод»)

В статье рассматривается лаг ИЭЛ-2М, прошедший модернизацию, приводятся его характеристики, особенности и перспективы использования.

Ключевые слова: индукционный преобразователь скорости, забортная арматура, датчик скорости, преобразователь интерфейсов, репитер цифровой.

The article considers modernized log IEL-2M; its characteristics, features and perspectives of usage are given.

Key words: induction velocity converter, outboard fittings, velocity indicator, interface converter, digital repeater.

1. Введение

Индукционные относительные лаги являются одним из самых востребованных средств навигации на кораблях и судах различных ведомств, в том числе и ВМФ. Несмотря на развитие морского приборостроения и появление новых современных средств навигации, индукционные относительные лаги остаются обязательными для применения как на кораблях и судах ВМФ, так и в гражданском флоте. Необходимость оснащения гражданских судов регламентируется Правилами по оборудованию морских судов Российского морского регистра судоходства (РМРС), согласно которым требуется наличие индукционного лага для судов валовой вместимостью 300 т и более и для пассажирских судов независимо от размеров. В 2014–2015 гг. Катав-Ивановским приборостроительным заводом (КИПЗ) проведена работа по обновлению и расширению возможностей традиционно выпускаемого предприятием индукционного относительного лага ИЭЛ-2М.

2. История вопроса

Лаги с наименованием ИЭЛ-2М выпускаются на КИПЗ начиная с 1980-х гг. В то время лаг ИЭЛ-2М КБ1.152.340 представлял собой несколько упрощенную версию «старшего брата» – лага ИЭЛ-1 КБ1.152.331. Лаг ИЭЛ-2М в основном применялся в гражданском флоте и на вспомогательных судах ВМФ. В отличие от него ИЭЛ-1 был ориентирован в основном на боевые корабли различных классов.

Принципиальные отличия между лагами – более широкий набор выходных сигналов в лаге ИЭЛ-1, а также больший выбор

рекомендованных датчиков (приборы 9, 9Д) и возможность использования двух переключаемых датчиков скорости (основной и резервный).

Оба лага были в значительной степени унифицированы. Основные приборы их были идентичны по размерам и конструкции. Блочная архитектура приборов позволяла большую часть блоков применять в обоих изделиях. Сравнительные характеристики лага ИЭЛ-1 КБ1.152.331 и лага ИЭЛ-2М КБ1.152.340 по данным их технических условий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики	ИЭЛ-1 КБ1.152.331	ИЭЛ-2М КБ1.152.340
1	2	3
Диапазон измерений скорости, уз	0–80	0–34
Инструментальная погрешность, уз	± 0,1 до 50 уз ± 0,1 до 80 уз при 15–35 °С ± 0,2 до 50 уз ± 0,35 до 80 уз при –15...0° С	± 0,1 при 15–35 °С ± 0,2 при –15...0 °С
Остаточная погрешность, уз	± 0,18 при 0–10 уз ± 0,26 при 10–20 уз ± 0,34 при 20–30 уз ± 0,41 при 30–40 уз ± 0,49 при 40–50 уз ± 0,60 при 50–60 уз ± 0,69 при 60–70 уз ± 0,76 при 70–80 уз	± 0,15 при 0–10 уз ± 0,20 при 10–20 уз ± 0,25 при 20–30 уз ± 0,30 при 30–40 уз
Поправки:		
– постоянная, уз	± 1,5	± 1,5
– линейная, %	± 15	± 15
– нелинейная	–	–
Электропитание	110/127/220 В, 50/400 Гц	110/127/220 В, 50 Гц
Состав приборов	3 (питания), 6 (измерения), 29 (1 или 2, согласо- вания сопротивления ИППС и прибор 6)	3 (питания), 6 (измерения), 29 (согласования сопротивления ИППС и прибор 6)
Рекомендуемые ИППС	КБ4.079.030 КБ4.079.030-01 КБ4.079.030-02 КБ4.079.058 КБ4.079.058-02 КБ4.079.060 КБ4.079.060-02 КБ4.079.060-04 КБ4.079.088	КБ4.079.058 КБ4.079.058-02 КБ4.079.060 КБ4.079.088

Окончание

1	2	3
Количество ИППС	2 или 1	1
Внешние приборы трансляции	119У ДНИЯ.468332.012; 119Э КБ2.206.019-02	119А-1 КБ2.206.016; 119Э КБ2.206.019

Лаги ИЭЛ-1 и ИЭЛ-2М для своего времени представляли собой достаточно передовые и надежные изделия, что позволило им завоевать популярность на флоте и оставаться в эксплуатации до настоящего времени. Они широко применялись на судах и кораблях ВМФ, а большая часть кораблей и судов советского производства находятся в эксплуатации до сих пор и оснащены этими лагами. Лаги надежны и благодаря продуманной конструкции в высокой степени ремонтпригодны. Комплекты ЗИП советского времени долгие годы обеспечивали их эффективную эксплуатацию.

До сих пор на флотах в основном сохранились парк стендового оборудования и ремонтная документация.

Отдельного упоминания достойны комплекты индукционных первичных преобразователей скорости (ИППС). Они представляют собой совокупность забортной арматуры (клинкетная задвижка) и собственно датчик (прибор 9 или 9Д). Датчики лагов на флоте часто называются трубками. Видимо, эта традиция появилась во времена господства гидродинамических лагов, когда датчик представлял собой действительно конструктивно оформленную трубку Пито.

Датчики индукционных лагов в значительной степени унаследовали форму и частично технологию изготовления датчиков гидродинамических лагов.

Для водоизмещающих кораблей в советские времена были разработаны несколько комплектов ИППС, в значительной степени унифицированных. Глубокая унификация комплектов ИППС, которая ведет свою историю с середины XX в., себя безусловно оправдала. Традиционно ИППС представляли собой изделия самостоятельной поставки, независимые от типа используемого лага. Это существенно облегчало эксплуатацию и ремонт даже разнотипных лагов различных производителей. К сожалению, практика максимальной унификации в последние годы в значительной степени утрачена.

Фактически имеются два конструктивно различных типа ИППС: с овальной трубкой (прибор 9) и круглой трубкой (прибор 9Д). Прибор 9 устанавливается заподлицо с днищем судна, чем обеспечивается удобство эксплуатации, но ухудшается работа на больших скоростях. Овальные трубки выдвигаются на разное расстояние от днища, вынося свою чувствительную часть за пределы пограничного слоя обтекающего корпус судна потока воды. Однако выдвигаемые овальные датчики легко повреждаются на мелководе, а также плавающими объектами. Поэтому существуют и круглые датчики, устанавливаемые заподлицо с корпусом. Все широко распространенные приборы 9 и 9Д имеют одинаковый принцип работы и несколько различаются электрическими характеристиками.

3. Актуальность задачи

На сегодняшний день ресурс лагов и забортной аппаратуры советского периода в основном исчерпан. Комплекты запасных частей, даже с учетом громадных запасов того времени, а также возможности использования узлов со списанных судов и кораблей заканчиваются. Несложные расчеты и сличение с данными технических условий на комплектующие показывают, что подавляющее число электрорадиоэлементов в лагах превысило сроки службы. Это приводит к снижению надежности лагов ИЭЛ-1 и ИЭЛ-2М. Поставки же новых запасных частей, блоков электроники, которые могли бы заменить изношенные и выслужившие сроки, за редким исключением прекратились. Связано это со снятием с производства ряда комплектующих изделий и очень большой по современным меркам трудоемкостью сборки блоков. Аналогичная ситуация с еще более старыми лагами ИЭЛ-2.

В прошедшие десятилетия отечественными предприятиями отрасли навигационного приборостроения был разработан ряд современных лагов, которые успешно используются на кораблях и судах новой постройки. Эксплуатация же лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М, ИЭЛ-2 становится все более проблематичной.

В последние десятилетия разработки в области проектирования лагов были направлены на снижение металлоемкости габаритов датчиков, уменьшение размеров забортной арматуры, интеграцию в датчики электронных усилителей, переход на микропроцессорную обработку сигналов. Это привело к появлению новых датчиков и изменению архитектуры лагов. Однако стремление к техническому совершенству имеет оборотную сторону — нарушена взаимозаменяемость изделий разных поколений. В результате современные датчики скорости принципиально не взаимозаменяемы с аналогами наиболее массовых лагов прошлого поколения ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М, ИЭЛ-2. Проблемы с эксплуатацией старых лагов на флоте продолжают увеличиваться. Замена же лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М связана с дорогостоящими корпусными работами по демонтажу и установке забортной арматуры под другие датчики, а также со значительным объемом работ по перекладке кабельных трасс для лагов иной архитектуры.

Катав-Ивановский приборостроительный завод в 2005 г. провел глубокую модернизацию лага ИЭЛ-2М, преследуя задачи:

- обеспечения потребителей цифровыми данными о скорости и пройденном расстоянии по стандартам NMEA-0183, IEC-61161 (IEC-1161);
- перехода на современную элементную базу;
- организации цифровой обработки сигналов и данных;
- улучшения основных технических характеристик (весовых, габаритных, потребляемой мощности, показателей надежности);
- снижения трудоемкости изготовления, регулировки и обслуживания в процессе эксплуатации;
- сохранения совместимости с забортной арматурой и датчиками лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М, ИЭЛ-2;
- максимальной совместимости со старыми лагами в архитектуре приборов в целях использования кабельных трасс.

Снижение инструментальной погрешности не предусматривалось, так как достигнутые значения существенно превышали погрешности, обусловленные неравномерностью обтекания корпуса судна.

В целом задачи модернизации выполнены. При этом забортная арматура, датчик скорости и архитектура изделия сохранились. Приборы же были перепроектированы, переведены на цифровую микропроцессорную базу. Габариты приборов сохранены или значительно уменьшены. Структура обновленного лага ИЭЛ-2М приведена на рисунке. Пунктиром выделены новые приборы и потоки данных, где: ПЦ – прибор центральный; БПС – блок питания сопряжения; ИПС – измерительный преобразователь скорости; РЦ – репитер цифровой; ПИ – преобразователь интерфейсов; прибор 9 (9Д) – датчик скорости; прибор 11 – клинкет.

В лагах ИЭЛ-2М, ИЭЛ-2М2, ИЭЛ-3 КИПЗ использует датчики скорости, аналогичные классическим приборам 9Д и 9.

Все изложенное создало предпосылки для достаточно щадящей замены старых лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М на современный ИЭЛ-2М ММММ.462522.002-02. Важно, что замена лага в принципе возможна без перекладки кабелей и корпусных работ. Работа по замене отдельных лагов (в основном ИЭЛ-2М) на обновленные в ВМФ идет успешно уже на протяжении нескольких лет. Однако до сих пор обновленный ИЭЛ-2М не во всех случаях обеспечивает полноценную замену лага ИЭЛ-1. Не обеспечивается:

- обслуживание двух датчиков скорости;
- сопряжение с устаревшей аналоговой периферией.

Эти условия характерны для крупных боевых кораблей, у которых имеются два датчика скорости: основной (обычный) – овальный выдвижной (прибор 9) для полного хода и резервный – круглый (прибор 9Д) для мелководья и маневрирования вблизи берега. Показания лага через трансляционные приборы распределяются на множество потребителей по протоколам обмена данными, почти не применяемым в настоящее время. В целях преодоления указанных недостатков и расширения области применения лага ИЭЛ-2М в его конструкцию в 2014–2015 гг. были внесены изменения. Модернизированный лаг освоен в производстве, изменения подтверждены заводскими и войсковыми испытаниями. Параллельно лаг получил новые возможности, направленные на интеграцию в современные и перспективные навигационные комплексы (НК), о которых будет сказано ниже.

4. Традиционные свойства лага ИЭЛ-2М

После модернизации лаг сохранил свои привычные свойства. Стандартная комплектация у него не поменялась. По-прежнему рекомендуется поставка лага в составе прибора ПЦ (прибор центральный), прибора БПС (блок питания и сопряжения), прибора ИПС (индукционный преобразователь скорости) и количества репитеров, определяемого потребностями заказчика (до четырех). Лаг может поставляться с комплектом ИППС-058-02, состоящим из прибора 11 (клинкетная задвижка с арматурой) и двух приборов 9Д (основной и запасной).

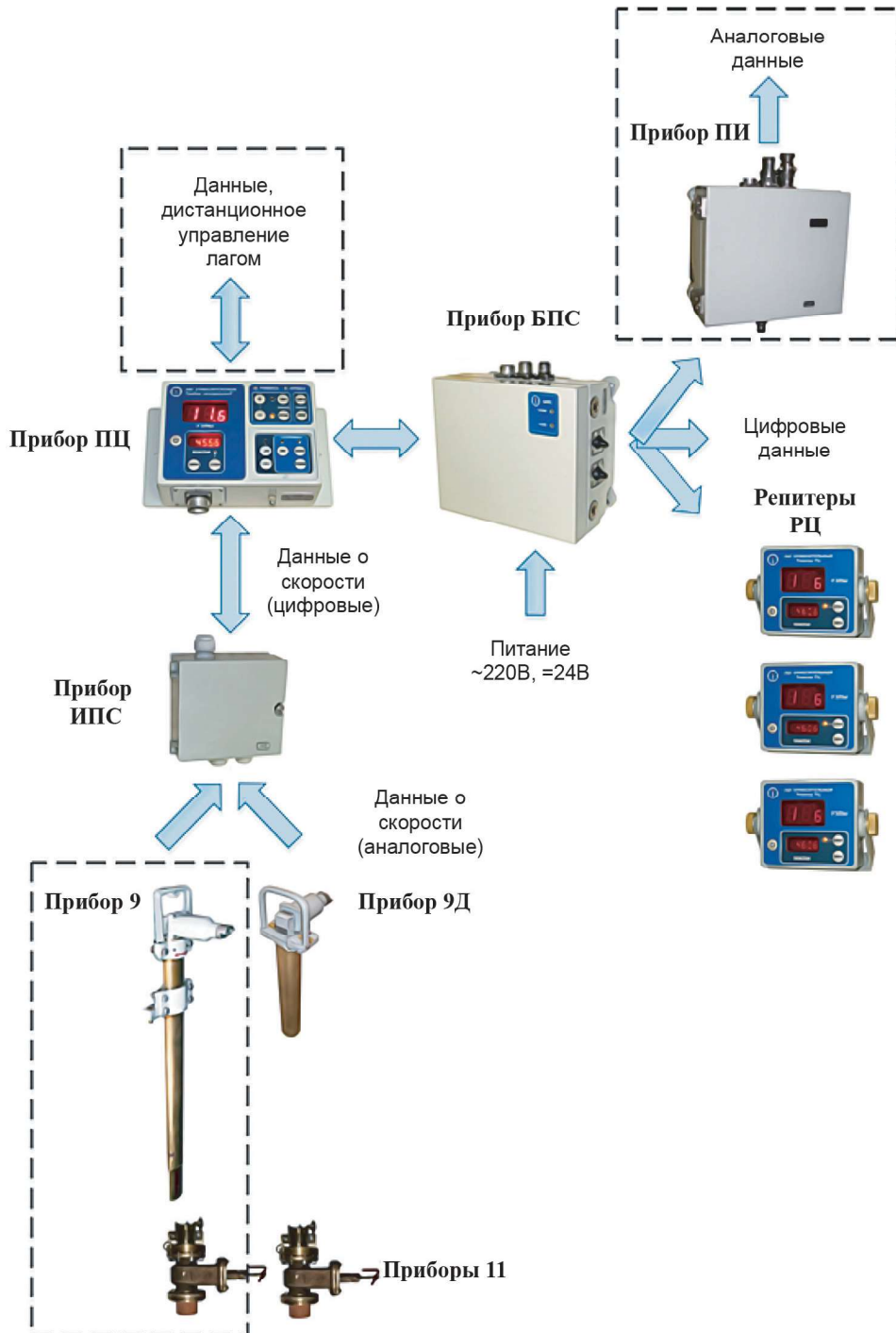


Схема лага

Вместо поставляемого прибора 9Д КБ2.529.150 лаг может использоваться в качестве датчика, в частности широко распространенный прибор 9Д КБ2.529.100, а также приборы 9 КБ2.529.095, КБ2.529.154, КБ2.529.067. Лаг позволяет подключать напрямую до четырех цифровых репитеров, а при комплектации дополнительным прибором БПС – до семи. По-прежнему лаг может быть установлен в основном с использованием имеющихся на корабле кабелей от лага ИЭЛ-2М, ИЭЛ-1.

Для подключения внешней периферии предусмотрено три выхода сигнала по интерфейсу RS232 и четыре по интерфейсу RS422. Данные выдаются по международному стандарту NMEA-0183 (IEC-1162) в его самой распространенной базовой версии. Это обеспечивает совместимость с максимальным числом существующей стандартной периферии.

Лаг производится категории качества ВП, с использованием отечественных и импортных комплектующих, имеющих необходимые разрешения на применение. Точностные характеристики лага не изменились. Сравнительная характеристика ИЭЛ-2М ММММ.462522.002-02 и других отечественных серийных индукционных лагов по данным производителей приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование лага	Диапазон измерения скорости, уз	Остаточная погрешность, уз	Интерфейсы	Потребляемая мощность, Вт
ИЭЛ-2М ММММ.462522.002-02	10÷60	До 10 уз – 0,2; до 20 уз – 0,4; до 30 уз – 0,6	NMEA-0183; 200 имп./миля; 500 имп./миля; код скорости; питание +5 В, +15 В, –15 В, +10 В, –35 В	Не более 50–74
ЛЭМ2-1М ДНИЯ.402135.011-02	6÷60	До 10 уз – 0,18; до 20 уз – 0,25; до 30 уз – 0,33	NMEA-0183; 200 имп./миля; 200 замыканий/ миля; число-имп. код	Не более 20
ЛИ2-1 КФ1.570.017-03	10÷60	До 10 уз – 0,18; до 20 уз – 0,25; до 30 уз – 0,33	NMEA-0183; 200 имп./миля; 500 имп./миля; число-имп. код; аналог. скорость	Не более 30–35

5. Новые возможности

Обновленный лаг ИЭЛ-2М получил важные дополнительные возможности:

1. Подключать до двух датчиков скорости (приборы 9, 9Д). Оба подсоединяются к колодке прибора ИПС. Выбор датчика осуществляется дистанционно, с клавиатуры прибора ПЦ, либо командой с НК верхнего уровня. Неиспользуемый датчик при этом отключается от питания. Каждый датчик имеет свою таблицу калибровок – поправок показаний

в зависимости от скорости. При переключении датчиков связанная с ним калибровочная таблица выбирается автоматически. Номер подключенного датчика индицируется на приборе ПЦ и обозначается светодиодом в приборе ИПС.

2. В комплект лага дополнительно может быть включен прибор ПИ (преобразователь интерфейсов). Прибор ПИ, используя данные в формате NMEA-0183 (IEC-1162 строка \$VMVBW), вырабатывает комплекс сигналов и напряжений питания, необходимых для работы приборов трансляции 119Э, 119У, 119А-1, который приводится в табл. 3.

Таблица 3

Наименование сигнала (напряжения)	Пояснения
1	2
Код скорости	Пачка из N импульсов с частотой смены 8 Гц; импульсы с амплитудой 5–10 В; период следования импульсов 4 мкс; длительность импульса 1 мкс; количество импульсов рассчитывается прибором исходя из входного сигнала: $N=V/0,01$, где V – значение продольной составляющей относительно скорости судна (уз)
8 Гц	Служебный сигнал для обеспечения сигнала «Код скорости»
Строб	Служебный сигнал для обеспечения сигнала «Код скорости»
500 имп./миля	Длительность импульсов 2–6 мс; интервал между импульсами (с) определяется выражением $T_{500} = 7,2/V$
200 имп./миля	Длительность импульсов 2–6 мс; интервал между импульсами (с) определяется выражением $T_{200} = 18/V$
Запрет	Формируется во время регламентных работ
Неисправность	Сигнализирует о наличии неисправности
Напряжение +5 В	Для питания периферии
Напряжение –15 В	» » »
Напряжение +15 В	» » »
Напряжение +10 В	» » »
Напряжение –35 В	» » »

Таким образом, замена лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М на обновленный ИЭЛ-2М с прибором ПИ позволяет обеспечить данными все имеющиеся на корабле потребители, в том числе и с устаревшими интерфейсами. Прибор ПИ имеет собственный источник питания и может поставляться самостоятельно.

3. По просьбе заказчиков несколько увеличен размер корпуса прибора ИПС, теперь подключать толстый кабель приборов 9Д (9) стало удобнее. Проверенная конструкция герметичного прибора ИПС, аналогичная прибору 29 лагов ИЭЛ-1 и ИЭЛ-2М, сохранилась.

4. В перечень параметров самодиагностики добавлен отказ дистанционного переключения датчика.

5. Увеличена точность индикации пройденного расстояния в служебном режиме, теперь показания пройденного расстояния можно снимать с точностью до 0,01 мили. Это позволяет сократить время пребывания на мерной линии при калибровке лага.

6. Прибор ПЦ получил дублированный канал выдачи данных по интерфейсу RS232. Этот канал введен для резервирования передачи данных лага, как принято в современных НК. При применении лага вне НК дополнительный выход может использоваться при неисправности основного или для подключения дополнительного периферийного оборудования.

7. Лаг получил принципиально новое качество, ориентированное на использование в перспективных НК, – полное дистанционное управление. Теперь НК, представляющий собой систему управления более высокого уровня, получает от лага не только данные о скорости и пройденном расстоянии. Он получает возможность просмотреть и даже изменить настройки лага, в том числе данные о калибровке обоих датчиков. Появилась возможность удаленно переключить активный датчик. Функция дистанционного управления открывает широкие возможности по автоматизации калибровки лага и измерению скорости, а также по контролю точности. Лаг теперь может быть установлен в необитаемом помещении, и это никак не скажется на его функциональности. По имеющимся сведениям, функция дистанционного управления лагом в мировой практике реализована впервые.

6. Преимущества и недостатки лага ИЭЛ-2М

К основным преимуществам изделия можно отнести:

1. Простоту конструкции и удобство в эксплуатации. Приборы лага реализованы на современной элементной базе, что позволяет размещать электронику каждого прибора на 1–2 печатных платах невысокой сложности. Любой прибор из комплекта состоит из прочного литого алюминиевого корпуса, где смонтированы платы. Межприборные соединения выполнены на традиционных разъемах 2РМДТ (кроме прибора ИПС, который имеет исполнение IP68). Это позволяет в течение нескольких минут заменить вышедший из строя прибор на исправный силами личного состава. Исключение составляет прибор ИПС, замена которого более трудоемка, так как он размещается в шахте лага, где существует вероятность затопления в процессе эксплуатации. Ввод кабелей в корпус реализован через широко распространенные сальники. Конструкция корпуса прибора ИПС повторяет проверенный годами корпус прибора 29 лагов ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М.

2. Подвижные механические узлы не требуют обслуживания и регулировки в процессе эксплуатации. Единственное обслуживание комплекта ИППС выполняется по традиционной методике, а регулировка включает в себя калибровку лага на мерной линии. Комплект ИППС лага ИЭЛ-2М заимствован у прошлого поколения. Поэтому правила его обслуживания широко известны и проверены поколениями моряков.

3. Незначительное отличие в условиях эксплуатации – ИЭЛ-2М имеет меньший ток возбуждения, пропускаемый через прибор 9 (9Д). Следствием этого является не только уменьшение потребляемой лагом мощности, но и меньшее тепловыделение на приборе 9 (9Д). Практический эффект проявляется в том, что нам неизвестно ни одного случая выхода из строя прибора 9Д (9) по причине включения лага с не погруженным в воду датчиком, что ранее являлось одной из основных причин выхода датчика из строя (наряду с механическим повреждением).

4. Запитывание обмотки возбуждения осуществляется импульсным напряжением, поэтому требования к синусоидальному переменному току не актуальны. Подключение ИЭЛ-2М к этим датчикам не приводит к негативным последствиям.

5. Простота конструкции и невысокая сложность электронных плат повысили надежность работы и обеспечили ремонтпригодность. Однако завод-изготовитель рекомендует осуществлять ремонт только в заводских условиях.

6. Индикация центрального прибора выполнена на нескольких сегментных индикаторах, что обеспечивает простоту управления без разветвленных меню. Однако это требует от персонала знания руководства по эксплуатации с объяснением назначения органов управления.

Как обычно, недостатки в основном являются продолжением преимуществ. Назначение индукционных лагов – замер скорости судна относительно воды. В одних случаях это преимущество (например, при определении маневренных элементов корабля или буксировке), в других – недостаток (при плавании в условиях переменных течений). В любом случае использование относительного лага требует понимания этой особенности.

К основным недостаткам данного изделия можно отнести:

1. Зависимость точности определения скорости от состояния корпуса судна. Датчик индукционного лага выдает сигнал, пропорциональный скорости набегающего потока вблизи своей чувствительной зоны. По этой причине индукционные лаги по определению зависимы от факторов, искажающих поток воды. Обрастание корпуса особенно сильно влияет на прибор 9Д, измеряющий скорость непосредственно у поверхности корпуса. Неудачный выбор места расположения датчика на корпусе судна (в гидродинамической тени элементов корпуса и гидроакустических приборов, вблизи винтов, в зоне возникновения кавитации) может снизить точность определения скорости, особенно на высоких скоростях.

2. Значительные размеры и металлоемкость датчика и клинкетта. Технически возможно уменьшить размеры датчиков, что делается на большинстве современных лагов. Причины сохранения датчиков прошлого поколения обосновывались выше.

3. Отсутствие в комплекте лага полноценного ЗИПа. Имеются замечания по недостаточности его для обеспечения длительной автономной эксплуатации. В настоящее время с заказчиками прорабатывается вопрос о введении дополнительного агрегатного ЗИПа. В его состав должны войти целые приборы, полностью готовые к замене вышедших из строя. При наличии агрегатного ЗИПа время восстановления работоспособности сокращается до минут.

7. Перспективы применения

Планируется замена ИЭЛ-1, ИЭЛ-2М, ИЭЛ-2, установленных на судах старой постройки, на обновленный лаг ИЭЛ-2М, которому в отечественном флоте нет достойной альтернативы. При наличии пригодной для дальнейшей эксплуатации забортной арматуры и кабельной сети замена может быть проведена в течение нескольких дней без доковых работ и перекладки кабельных трасс. В этом направлении работы уже ведутся, в 2015 г. замена проведена на значительном числе судов и кораблей ВМФ.

Обновленный лаг ИЭЛ-2М по потребительским свойствам и техническим характеристикам близок к другим серийным отечественным лагам. По цене он выглядит привлекательней альтернативных вариантов, поэтому им целесообразно оснащать новостроящиеся суда.

Еще одно перспективное применение данного изделия – установка на проектируемых судах с интегрированными навигационными системами. В этом случае широкие возможности ИЭЛ-2М по глубокой интеграции в НК могут быть использованы в полной мере. Однако эта идея может быть реализована лишь при непосредственном участии проектантов новых кораблей.

В настоящее время имеется единственный пример интеграции подобного лага – пограничный сторожевой корабль ледового класса проекта 22100 «Океан».

Существует тенденция развития ВМФ по пути расширения использования навигационной техники, сертифицированной для гражданского применения, в данном случае имеющей сертификат типового одобрения (СТО) РМРС.

В целях обеспечения соответствия требованию наличия гражданского сертификата начат процесс одобрения лага РМРС. Так как лаг ИЭЛ-2М аналогичен по характеристикам гражданскому лагу ИЭЛ-3, имеющему действующий СТО, успех сертификации в ближайшем времени не вызывает сомнений.

8. Заключение

1. Модернизированный лаг ИЭЛ-2М стал качественно новым изделием и по ряду позиций является уникальным среди отечественных лагов. Сегодня он не имеет достойной альтернативы для использования на кораблях и судах различных классов.

2. Применение на новостроящихся судах лага ИЭЛ-2М представляется выигрышным по критерию «эффективность – стоимость».

3. Для перспективных кораблей и судов с интегрированными навигационными системами ИЭЛ-2М предлагает возможности, отсутствующие у иных лагов аналогичного класса.

Сведения об авторе:

Баринов Андрей Юрьевич – технический директор АО «Катав-Ивановский приборостроительный завод»; E-mail: kipz@kipz.ru; тел.: +7 (35147) 2-4200.

About author:

Andrey Yu. Barinov is Technical Director of JC «Katav-Ivanovskiy Instrument making Plant»; E-mail: kipz@kipz.ru; mobile: +7 (35147) 2-4200.

Редакторы: *М. Ю. Коньшев, А. В. Харламов*
Технический редактор *Е. В. Тимофеева*
Литературный редактор *Е. В. Губанова*
Компьютерная верстка *К. Е. Лопатиной*
Компьютерная графика *Н. Е. Лоскутовой*
Перевод *Т. Н. Демидовой*

Сдано в производство 28. 03. 2017. Формат 70×108¹/₁₆. Подписано в печать 28. 03. 2017.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать термостатическая.
Усл. печ. л. 9,80. Тираж 200 экз. Изд. № 104. Заказ 63.

Подготовлено к изданию и отпечатано в ФКУ «280 ЦКП ВМФ»,
191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, 4