

О перспективе развития технологии контроля отражённых гидроакустических полей

В. Ю. Чижов*

*Крыловский государственный научный центр
Россия, 196158, Санкт-Петербург,
Московское шоссе, д. 44*

(Статья поступила 10.07.2017; Подписана в печать 13.09.2017)

Развитие гидролокационных средств обнаружения подводных объектов в последние годы привело к необходимости четкого определения их отражающей способности. Определение и контроль отраженных сигналов от объекта может быть выполнен двумя путями: расчетным с использованием физико-математических моделей подводного объекта и экспериментальным. Указаны причины, ограничивающие развитие экспериментальных исследований в натуральных условиях, такие как габаритные размеры, сложность конструкции, сложность проведения эксперимента. Показано, что оптимальный путь — это масштабное моделирование объекта и зондирующего сигнала.

PACS: 43.30+m

УДК: 524.532

Ключевые слова: акустические поля, подводные объекты, экспериментальные исследования.

ВВЕДЕНИЕ

В работе показано, что при использовании расчетных методов необходима постоянная верификация физико-математических моделей, с учетом их конструктивных особенностей, что не всегда является корректным.

Несмотря на предпочтительность с точки зрения корректности контроля отраженных сигналов их экспериментальное определение не всегда возможно.

Развитие средств гидролокационного обнаружения подводных объектов (понижение частоты, увеличение пространственной избирательности гидролокационных антенн), с одной стороны, и снижение шума объектов, с другой, привели к тому, что дальности обнаружения по шумовому и гидролокационному полям практически сравнялись. Следовательно, обнаружение подводных объектов приводит к необходимости качественного определения отражающей способности этих объектов. Очевидно, что определение и контроль амплитуд отраженных сигналов от подводных объектов могут быть выполнены двумя путями: а именно, расчетным с использованием физико-математической модели подводного объекта и экспериментальным путем (рис. 1).

Выполнение расчётных оценок целесообразно проводить на ранних этапах проектирования. Полученная расчетная оценка позволяет выявить элементы корпуса с доминирующими уровнями отражения и выдать рекомендации по снижению отражённых от них эхосигналов. Расчётные оценки позволяют получить приближённые оценки эффективности применяемых акустических покрытий по величине снижения отражённого гидроакустического поля (рис. 2). Получение расчётных оценок является обоснованным на этапах эскизного проектирования. Эти оценки являются основой для дальнейшего уточнения требований и контро-

ля их выполнения для амплитуд отражённого гидроакустического поля подводных объектов.

Очевидно, что опираться на расчётные методы необходимо, но при этом в процессе проектирования требуется постоянная верификация физико-математической модели, учитывающая изменение конструктивных особенностей, схем облицовки акустическим покрытием, а также наличие неоднородностей, многообразие форм элементов отражающих поверхностей, импедансные свойства этих поверхностей и т. д.

Уточнение полученных расчётных оценок и доведение их до контрольных может быть достигнуто экспериментальным методом в лабораторных условиях (рис. 3).

Экспериментальное определение в натуральных условиях (рис. 4), очевидно, является более предпочтительным с точки зрения корректного контроля отражённых сигналов, однако, в ряде случаев оно бывает невозможным из-за сложности конструкции подводного объекта, измерительного оборудования и необходимости проведения эксперимента с учетом влияния канала распространения.

Основными факторами, определяющими влияние канала распространения в этом случае, являются:

1. Пространственные флуктуации амплитуды и фазы акустической волны, падающей на испытываемый подводный объект.
2. Наличие влияния границ (отражение от поверхности и от дна).

Значимость указанных факторов, в основном, определяется гидрологическими условиями района измерений. Пространственно-временная изменчивость гидрологических условий означает, что при изменении района измерений, времени года или даже времени суток измерений приводит к изменению результатов измерений. Известно, что устойчивость гидрологических условий в морской среде соблюдается в течение 6 час в квадрате со стороной 4 мили.

*E-mail: krylov6@krylov.spb.ru



Рис. 1: Технология контроля гидролокационного отражения подводных объектов

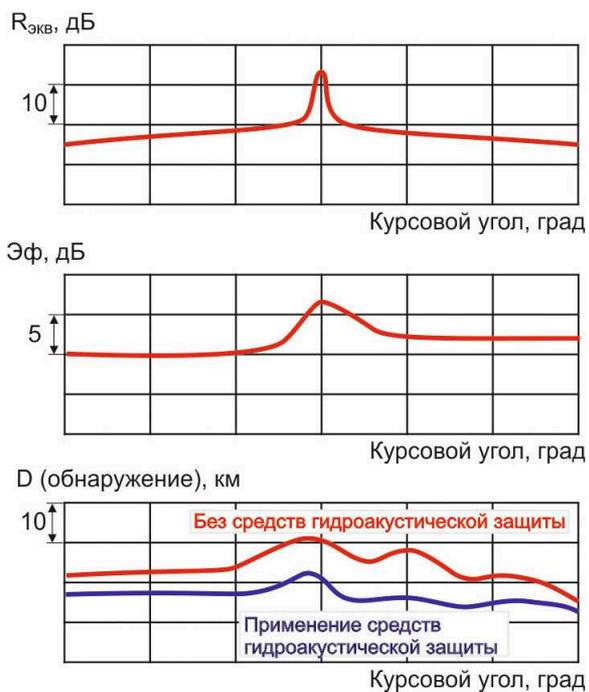


Рис. 2: Расчетные оценки. а — применение средств гидроакустической защиты; б — без средств гидроакустической защиты; в — D (обнаружение), км

В этой ситуации остаётся практически единственный путь экспериментальных измерений — это масштабное моделирование объекта с учётом средств акустической защиты и зондирующих сигналов.

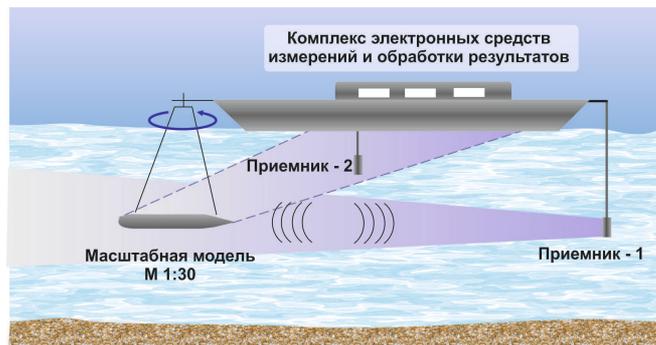


Рис. 3: Схема измерений и обработки результатов в лабораторных условиях

Только в этом случае удастся исключить влияние канала распространения на все измеряемые параметры гидролокационного поля подводных объектов. Полученные характеристики с учетом характеристик канала распространения могут быть пересчитаны в дальности обнаружения для любых гидрологических условий океана. Принимая во внимание возможность измерения характеристик эхосигналов от масштабных мо-



Рис. 4: Схема измерения в натуральных условиях

делей в широком диапазоне частот и курсовых углов и различных видах зондирующих сигналов, а также низкую стоимость средств измерения и количество участников измерений, по сравнению с натурными испытаниями, становится очевидной правомерность широкого применения метода масштабного моделирования при измерении характеристик гидролокационного поля подводных объектов.

Суммарная погрешность результатов измерений величины силы цели на масштабных моделях соизмерима с погрешностью в натуральных условиях. При этом основная погрешность измерений на масштабных моделях определяется погрешностью моделирования конструкции корпуса и средств акустической защиты, а при измерениях в натуральных условиях — влиянием канала распространения.

Стоимость финансовых затрат на проведение измерений в натуральных условиях в 50 и более раз превышает затраты на измерения на масштабных моделях.

«Крыловский научный центр» является головным в России по выполнению расчетов и измерениям гидролокационного отражения от подводных объектов, как на масштабных моделях, так и в натуральных условиях.

Разработанная в «Крыловском научном центре» расчетная методика гидролокационного отражения от подводных объектов выполнена на основе компьютерного моделирования эхо-сигналов от подводных объектов. Методика позволяет выполнять расчёты амплитуд эхо-сигналов и их статистические оценки в заданных диапазонах курсовых углов при любых видах зондирующих сигналов (тональный, сложный) в диапазоне частот от 300 до 10^4 Гц при совмещённом и бистатическом режимах излучения и приема.

Методика измерений амплитуд отражённых эхо-сигналов с помощью масштабных моделей включает:

1. руководство по физическому (масштабному) моделированию корпусов подводных объектов (рис. 5);
2. руководство по физическому моделированию акустических параметров средств гидролокационной

защиты;

3. руководство по выбору состава и технических средств измерений;
4. методику выполнения измерений отраженных гидролокационных сигналов от масштабных моделей подводных объектов в моностатическом и муьлтистатическом режимах в условиях открытого водоёма;
5. программное обеспечение для обработки гидролокационных сигналов в процессе измерений (с описанием).

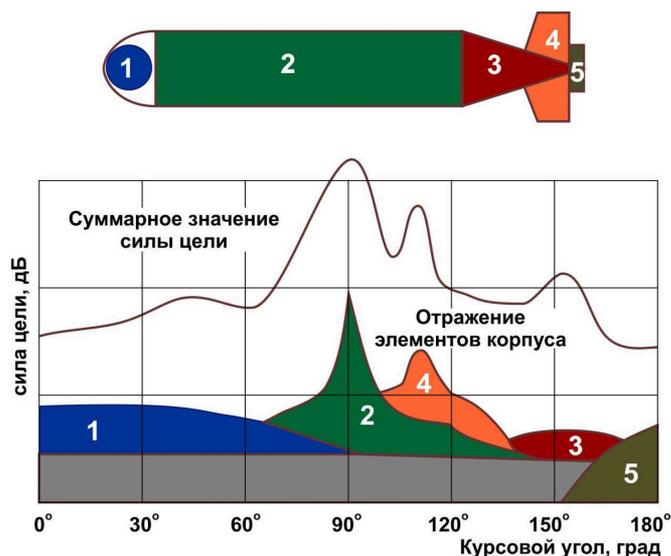


Рис. 5: Пример физической модели корпуса

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты измерений отражённых гидроакустических полей на масштабных моделях являют-

ся критериями оценки выполнения требований к проектируемому подводным объектам. Результаты позволяют выполнять оценки эффективности различных схем нанесения на подводный объект акустических покры-

тий, выполнять расчёты дальностей обнаружения для различных гидрологических условий, в том числе, для глубокого и мелкого морей.

On trends in development of technologies for control of reflected sonar signals

V. Yu. Chizhov

Krylov State Research Centre, Russia, St. Petersburg

E-mail: krylov6@krylov.spb.ru

Recent developments of sonar technologies for detection of underwater objects call for accurate evaluation of reflection properties. Reflected sonar signals can be determined and measured in two ways: analytically using physical & mathematical models of underwater objects and experimentally.

Constraints of full-scale experimental techniques are identified like large size and complexity of structures, difficult experimental procedures.

It is argued that the most optimum way is to use scaled models of test object and probing signal.

PACS: 43.30+m

Keywords: acoustic fields, underwater objects, experimental research.

Received 10 July 2017.

Сведения об авторе

Чижов Виталий Юрьевич — канд. техн. наук, нач. отделения судовой и промышленной акустики, e-mail: krylov6@krylov.spb.ru.
