



Ярополов В. А.
V. A. Yaropolov

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ СКОРОСТНЫХ СУДОВ С ПРЕПЯТСТВИЕМ

THE WAYS OF PREVENTING HIGH-SPEED SHIP COLLISIONS WITH OBSTACLES

Ярополов Валерий Алексеевич – старший преподаватель кафедры «Кораблестроение» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Mr. Valery A. Yaropolov – Senior lecturer, Shipbuilding Department, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur), 681013, 27 Lenin Str.

Аннотация. В статье рассматривается способ предотвращения столкновения скоростных судов с препятствиями и посадки на мель. Приводится решение проблемы путем мониторинга акватории водоёма для предупреждения удара о мель и генерации искусственной волны в носовой части судна для полной остановки судна.

Summary. This article discusses the method of preventing the high-speed ship collisions with obstacles and groundings. The solution of the problem is suggested through monitoring the water reservoir to prevent hitting the shoal and the artificial wave generation at the fore-deck of the vessel to a complete stop.

Ключевые слова: мониторинг, лазерная локация, скоростные суда, столкновение, генерация волны.

Key words: monitoring, laser location, speedboats, the collision, the wave generation.

УДК 656.61.052

Введение

При проектировании судов с подводными крыльями особое внимание уделяется конструктивным мерам обеспечения безопасности СПК в соответствии с Кодексом безопасности судов с динамическими принципами поддержания [1]. Тем не менее встречаются аварийные ситуации при эксплуатации судов на подводных крыльях, связанные с ударом о мель и плавающие предметы.

15.06.2008 г. скоростное пассажирское судно на подводных крыльях «Метеор-251», судовладелец «Амур-Транс», на 515 км р. Амур из-за потери видимости створа потерял ориентировку и вылетел на мель, так как при потери видимости береговых створных знаков, не сбавляя хода, судоводитель продолжал использовать приемоиндикатор спутниковой системы в режиме, не обеспечивающем заданной точности счисления. В результате пострадали пассажиры.

01.08.2008 г. скоростное пассажирское судно «Комета-11» на 1314 км на реке Нева при расхождении с яхтой ушло с судового пути за выставленное ограждение и село на мель.

24.09.2008 г. скоростное пассажирское судно «Метеор-137» с лоцманом на борту, несмотря на наличие приемоиндикатора спутниковой системы, при следовании корабельным фарватером от причала Ленэкспо в Петродворец, с полного хода село на мель в районе буя № 10. При этом пострадали пассажиры.

Постановка задачи

Проблему удара судна о мель и плавающие предметы можно рассматривать в двух аспектах:

1) предупреждение посадки на мель и удара о плавающие предметы с использованием специальных средств навигации и локации, а также автоматических систем остановки главных двигателей и перехода судна в водоизмещающий режим;

2) принятие мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации.

Предупреждение посадки на мель и удара о плавающие предметы с использованием специальных средств

Первая часть проблемы связана с мониторингом глубины акватории и наличия плавающих предметов. Непрерывный контроль глубины акватории и наличие плавающих предметов возможен путем гидролокации водоема. В случае уменьшения глубины водоема ниже критической, система автоматической остановки главных двигателей позволяет перейти судну в водоизмещающий режим. Такое решение позволяет судну отойти в безопасное место и выполнить маневрирование.

Известна ультразвуковая и звуковая активная и пассивная гидролокация, широко применяемая в морской навигации для обнаружения невидимых глазом подводных препятствий, в рыбном промысле для обнаружения косяков и крупных рыб, в гидрогеологии, океанографии для поиска полезных ископаемых и исследования морского дна, в военном деле для обнаружения и измерения координат подводных лодок, мин, надводных кораблей, наведения на них торпед и ракет. Однако применение ультразвуковой и звуковой гидролокации на судах с подводными крыльями может оказаться проблематичным по причине возникновения помех из-за излучения звуковой вибрации в воду от работающей энергетической установки.

Поиск препятствия зависит от качества отраженного от него сигнала, который ухудшается с уменьшением глубины и наличием посторонних шумов от ударов волн о поверхность суши.

Известно, что механизмы взаимодействия, приводящие к рассеянию электромагнитного излучения (световых волн), значительно отличаются от механизмов, приводящих к рассеянию звука. Дело в том, что длина световой волны значительно короче длины волны звуковых волн, что значительно уменьшает влияние посторонних помех на изменение структуры отраженного сигнала. Поэтому гидролидарные лазерные системы смогут значительно расширить возможности дистанционных методов зондирования акватории.

Для оценки дальности действия под водой лазерных локаторов используется формула [2]

$$L = -\frac{2,3}{k_\lambda} \lg \frac{\gamma W_{\text{ш}}}{W_{\text{и}}},$$

где k_λ – коэффициент ослабления излучения; γ – заданное отношение сигнал/шум; $W_{\text{и}}, W_{\text{ш}}$ – мощности сигнала излучателя и шума приемника.

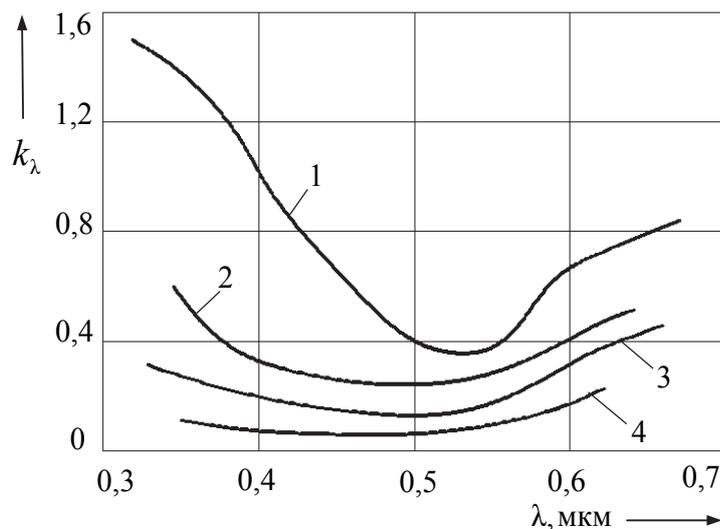


Рис. 1. Зависимость коэффициента ослабления от длины волны в воде:
1 – в заливе; 2 – в лаборатории; 3 – в плавательном бассейне;
4 – профильтрованная морская вода

Исследования в этой области [2] показывают, что наиболее оптимальным для обнаружения подводных предметов являются лазерные лидары, работающие в сине-зеленой области спектра (см. рис. 1) с длиной волны 0,53 мкм, имеющие наименьший коэффициент ослабления излучения k_λ и наибольшую дальность действия под водой.

Принцип действия лидара основан на том, что короткий импульс лазерного излучения входит в воду и по мере распространения освещает дно или иные плавающие предметы, находящиеся в ней (см. рис. 2). Отраженный от дна и плавающих предметов оптический сигнал принимается, детектируется и обрабатывается на борту судна [3].

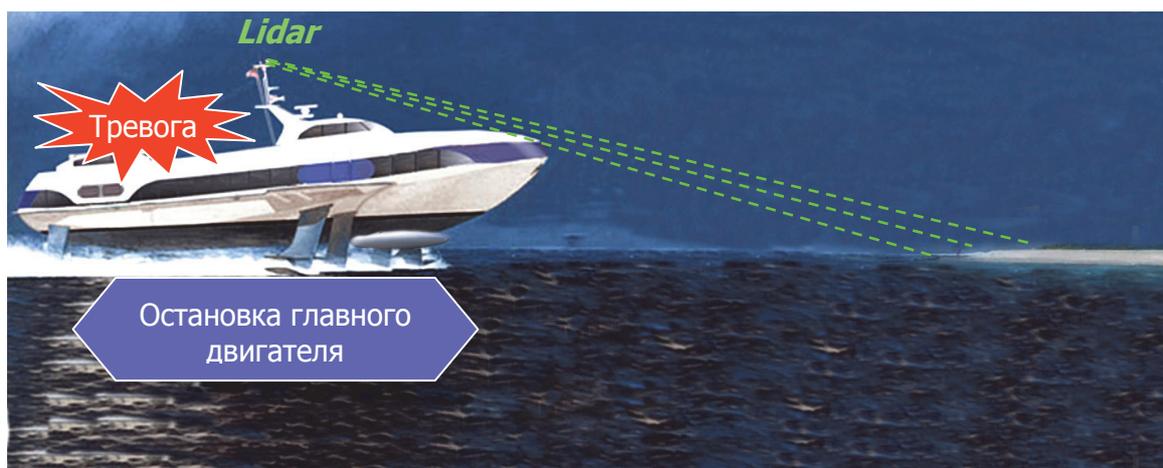


Рис. 2. Работа лидара по обнаружению препятствия

Принятие мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации

Решение проблемы принятия мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации может идти в направлении:

- поиска способа эффективного торможения судна до полной остановки судна и исключения посадки на мель;
- поиска способа предупреждения удара судна о плавающий предмет.

Известно, что одним из путей упрощения эксплуатации перспективных СПК является оборудование их подъемными крыльями. Существуют различные способы подъема крыльев:

- подтягивание крыльев к корпусу для уменьшения осадки;
- подъем из воды над верхней палубой [1].

Первый способ в какой-то части решает проблему безопасности эксплуатации судна на мелководье. Подъем из воды крыльев в процессе его движения проблематичен. Все эти способы только упрощают обслуживание и ремонт крыльев в стационарных условиях, но никак не решают полностью проблемы принятия мер безопасности в случае возникновения аварийной ситуации.

В момент остановки главных двигателей судно имеет скорость, равную скорости хода на подводных крыльях. С момента погружения корпуса судна в воду до полной его остановки будут возрастать силы сопротивления трения. Скорость судна убывает сначала быстро, а затем все медленнее и медленнее. Если принимать во внимание действие сил трения на судно, то путь, пройденный судном за время подхода к препятствию, будет определяться функцией в виде экспоненты. Таким образом, увеличивая сопротивление воды движению судна, сокращается путь подхода судна к препятствию.

Решение второй части проблемы направлено на генерирование искусственной волны в носовой части корпуса судна (см. рис. 3). Это осуществляется путем мгновенного выброса воды с большой скоростью гидропушкой в направлении движения судна в момент остановки главных двигателей. Выброс осуществляется в слое воды акватории. В направлении искусственного потока будут действовать силы инерции, силы вязкости и силы давления. Из-за большой скорости ис-

кусственного потока (большие числа Рейнольдса) силы вязкости будут малы около стенок плавающего предмета или у поверхности на мелководье по сравнению с силами инерции и давления.

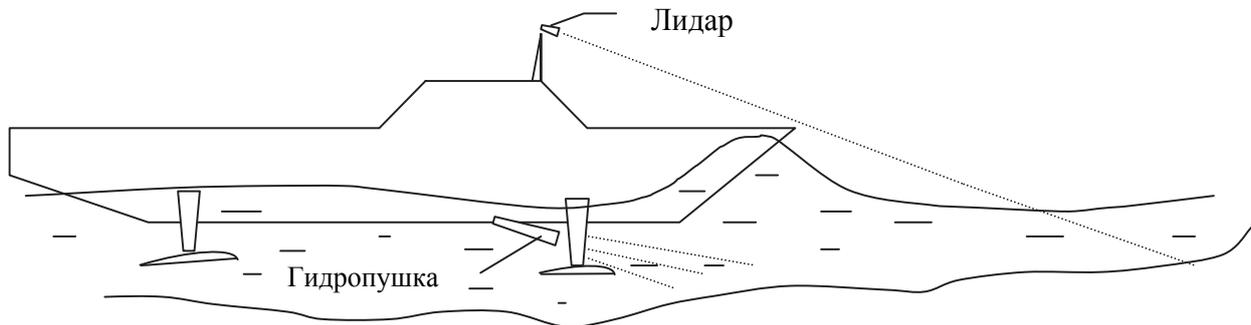


Рис. 3. Взаимодействие струи воды, создаваемой гидропушкой со слоем воды акватории

Известно, что зависимость между скоростью потока жидкости и давлением жидкости на данном участке описывается уравнением Бернулли [4]:

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = \text{const} .$$

Из выражения видно, что если на каком-либо участке скорость движения жидкости увеличивается, то для сохранения равенства должно понизиться давление. В результате чего верхние слои воды под действием сил тяжести будут перемещаться вниз и создавать искусственную волну. Возникшая волна будет препятствовать движению судна, отбрасывая его назад.

В случае неожиданного подхода к мелкому месту носовая часть судна может резко «оттолкнуться» от него из-за внезапно возросшего сопротивления воды, а также потому что перед носовой частью вода будет вытесняться на мелкое место, сталкивая судно на большую глубину.

В случае неожиданного появления плавающего предмета он будет вовлечен потоком воды силами инерции и отброшен от судна.

Реакция струи воды от взаимодействия с упругой средой (вода акватории) приведет к торможению судна.

Заключение

Для обеспечения безопасной эксплуатации скоростных судов на подводных крыльях в водной акватории целесообразно применение комплексного решения задачи: обнаружение препятствий с применением лазерной локации и активных гидродинамических средств, обеспечивающих эффективное торможения судна в случае возникновения аварийной ситуации.

Рассмотренный способ может повысить безопасность эксплуатации судов в период мелководья.

Средства лазерной локации могут применяться как дополнение к существующим системам спутниковой навигации, так и для самостоятельного использования в навигационной практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колызаев, Б. А. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания / Б. А. Колызаев, А. И. Косоруков, В. А. Летвиненко. – Л.: Судостроение, 1980. – 472 с.
2. Борейшо, А. С. Лазеры: Устройство и действие: учеб. пособие / А. С. Борейшо. – СПб.: Мех. ин-т., 1992. – 215 с.
3. Институт оптики атмосферы имени В. Е. Зуева СО РАН [Электронный ресурс] / Бортовой лидар «АТМАРИЛ-3»; отв. исп. Проекта В. С. Шаманаев. – Режим доступа: <http://www.iao.ru/ru/resources/equip/lidars/atmaril/>.
4. Справочник по теории корабля. Т. 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители / под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.