

УДК 629.58 / 629.564.4

© Сиденко К.С., Лаптев К.З., Илларионов Г.Ю.
Sidenko K.S., Laptev K. Z., Illarionov G.Y.УПРАВЛЯЕМЫЕ ПО КАБЕЛЮ НЕОБИТАЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ
ДЛЯ ПОИСКА И УНИЧТОЖЕНИЯ МИНCABLE OPERATED UNDERWATER UNMANNED VEHICLES FOR
MINE COUNTERMEASURES

Аннотация. Военно-морские силы развитых стран уделяют серьезное внимание противоминной войне. Учитывая опыт проведения операции «Буря в пустыне», которая вскрыла значительные недостатки в противоминной обороне кораблей ВМС США (минами были причинены повреждения крейсеру «Princeton» и вертолетоносцу «Tripoli»), ВМС США и НАТО расширили программы создания управляемых по кабелю необитаемых подводных аппаратов (НПА) для борьбы с минами. НПА данного типа можно рассматривать как комплекс взаимосвязанных передовых морских технологий, обеспечивающий державам постепенное завоевание лидирующего военного и экономического положения в мире за счет повышения эффективности противоминных действий, а также качества и экономической эффективности подводных работ гражданского назначения. Многие образцы современных НПА относятся к технике двойного назначения, так как могут с успехом выполнять как чисто военные, так и гражданские функции.

Annotation; Navies of Advanced Countries place high emphasis on mine-countermeasure warfare. In account of experience gained during the "Desert Storm" campaign, which uncovered serious shortage on ship's mine defense in US Navy (massive damage was taken by US CG "Princeton" and LHA "Tripoli" as a result of mine attacks), US and NATO navies expanded their "cable operated underwater unmanned vehicles(UUV) for mine countermeasures" development programs. UUV of this type can be considered as complex of related advanced maritime technologies, which provides nations with gradual achievement of leading military and economical positions in world, by enhancing efficiency in mine countermeasures and conducting qualified and cost efficient commercial underwater works. Many of modern UUVs are multifunctional and can carry out both military and commercial functions.

Ключевые слова. Морская мина, противоминный необитаемый подводный аппарат, противоминный корабль, поиск и уничтожение морских мин.

Key words. Sea mine, mine countermeasure underwater unmanned vehicle, mine countermeasure ship, search and destroying marine mines.

1. Введение

Борьба с минной опасностью является сложной технической проблемой, решение которой требует непрерывного развития и совершенствования противоминных сил и средств. Поиски новых технических решений в области противоминного оружия привели к возникновению концепции «Охота на мины», которая вобрала в себя обнаружение, классификацию, идентификацию и ней-

трализацию (уничтожение) мин. Согласно данной концепции первичное обнаружение мин осуществляется гидроакустическими станциями (ГАС) миноискания, находящимися на противоминных кораблях. Объект, классифицируемый ГАС как миноподобный, подлежит идентификации (опознаванию) с последующим уничтожением. Одним из наиболее распространенных противоминных средств, которыми вооружаются корабли противоминной обороны, являются управляемые по кабелю необитаемые

Сиденко Константин Семенович – кандидат технических наук, вице-адмирал, командующий Тихоокеанским флотом; Лаптев Константин Зотеевич – контр-адмирал, начальник оперативного управления штаба Тихоокеанского флота; Илларионов Геннадий Юрьевич – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик Международной инженерной академии, капитан 1 ранга запаса; главный научный сотрудник института проблем морских технологий ДВО РАН, тел. 8-914-703-44-81.

Sidenko Konstantin Semenovitch – the candidate of technical science, the vice-admiral, the Chief of Pacific fleet; Laptev Konstantin Zoteevich – rear-admiral, chief of operative management of staff of the Pacific fleet; Illarionov Gennadiy Yuryevich – the doctor of technical science, the professor, the honored scientific worker of the Russian Federation, the academician of International Engineering Academy, the captain of 1 rank of a stock; the main scientific employee of Institute of Sea Technologies Problems of DVO RAS, tel. 8-914-703-44-81.

подводные аппараты ROV (Remotely Operated Vehicle). К противоминным необитаемым подводным аппаратам (НПА) предъявляются следующие требования: высокая вероятность, малое время обнаружения и идентификации целей; минимальное время на постановку и выборку; простота управления; высокая маневренность при малых скоростях движения и низкий уровень физических полей. НПА данного типа постоянно совершенствуются в целях обеспечения эффективной борьбы с современными минами, но имеют также и недостатки. Так, постановка и подъем противоминного НПА с зарядом-уничтожителем мин занимает 30 – 45 мин, при этом подъем аппарата на борт необходимо произвести до момента взрыва мины. Требования обеспечения низких уровней физических полей НПА обуславливают их высокую стоимость – от 250 тыс. до 1,0 млн. долл. за комплект. Некоторые типы современных мин могут обладать способностью поражения самого НПА, что может затруднить выполнение поставленных задач, так как на них могут размещаться только два НПА. Еще одним фактором, свидетельствующим о необходимости совершенствования средств борьбы с минами, является использование в них зарядов взрывчатого вещества нового поколения, более защищенных от детонации при воздействии ударов, сотрясений, соседних взрывов и т. д. Это снижает эффективность как фугасных, так и кумулятивных зарядов, размещаемых на противоминных НПА. С целью повышения эффективности противоминных действий и обеспечения безопасности противоминных кораблей, использующих НПА, проводятся исследования в рамках двух различных подходов к проблеме.

1. Использование самоходных ГАС переменной глубины PVDS (Propelled Variable Depth Sonar), способных идти впереди по курсу тральщика – искателя мин, обеспечивая полное отображение подводной обстановки. Питание такой системы обеспечивается по кабелю от корабля-носителя. Такие НПА способны решать гораздо более широкий круг задач, включая действия на мелководье, по сравнению с традиционными, противоминными НПА.

2. Использование одноразовых систем поиска и уничтожения мин, что позволяет значительно сократить время выполнения операции, так как не требует подъема противоминного НПА на корабль.

2. Управляемые по кабелю противоминные НПА многоразового использования

НПА RAR-104 (рис. 1), разработанный французской фирмой ЕСА, относится к числу «классических» противоминных аппаратов. Он нашел широкое применение (построено 350 аппаратов для ВМС 14 стран). Аппарат пред-



Рис. 1. Противоминный НПА RAR-104 (mod. Mk5):
а – вид снизу; б – вид сверху

назначен для идентификации миноподобных объектов, обнаруженных корабельной ГАС, и их уничтожения специальными подрывными зарядами. В течение всего срока его производства разработано 5 модификаций.

Первая модификация RAR-104 Mk1 имеет стальной корпус длиной 2,7 м, шириной 1,2 м, высотой 1,3 м с двумя двигателями и винтами регулируемого шага, массой 700 кг, глубину погружения 100 м, скорость хода 1-4 узлов, а также аккумуляторную батарею емкостью 145 А/ч (напряжение 32 В). Аппарат оснащен телевизионной камерой с лампой подсветки, гироскопом, акустическим ответчиком, настроенным на частоту ГАС корабля, катушкой с коаксиальным кабелем для передачи команд управления на аппарат и информации от аппарата на корабль (длина кабеля 500 м), гайдропом и подрывным зарядом массой 140 кг (масса взрывчатого вещества 100 кг).

Модификация RAR-104 Mk2 имеет корпус, выполненный из алюминиевого сплава. НПА оснащен телевизионной камерой и свинцово-кислотной аккумуляторной батареей, что позволило снизить стоимость модели и частично повысить ее тактико-технические характеристики (скорость составила 5,5 узлов, глубина погружения увеличилась до 120 м, применение аппарата стало возможным при волнении моря до 4 баллов и скорости течения до 4 узлов).

Модификация RAR-104 Mk3 была создана на экспорт в Великобританию, ФРГ, Нидерланды, Бельгию, Норвегию и другие страны. Были значительно уменьшены величины акустического и магнитного полей, улучшена управляемость и повышены антикоррозионные свойства корпуса и систем, контактирующих с морской водой.

Совершенствование энергетической установки аппарата привело к созданию модификации RAR-104 Mk4,

глубина погружения которой возросла до 300 м. В электродвигателе применена электронная коммутация, он находится в корпусе, заполненном керосином, отделенным от наружного водного пространства гибкой мембраной (такая схема позволяет выравнивать внутреннее давление с забортным давлением для разгрузки системы уплотнения гребного вала). Кабель управления аппаратом имеет низкий уровень затухания сигналов и обеспечивает качественную трансляцию телевизионного изображения. Он также позволяет без искажения передавать отраженные от объектов акустические сигналы, излучаемые ГАС аппарата. Кроме сбрасываемого подрывного заряда, НПА РАР-104 Mk4 оснащен резаками взрывного типа для перебивания минрепов якорных мин (резаки выполнены в виде клещей, где закреплен подрывной заряд V-образной формы).

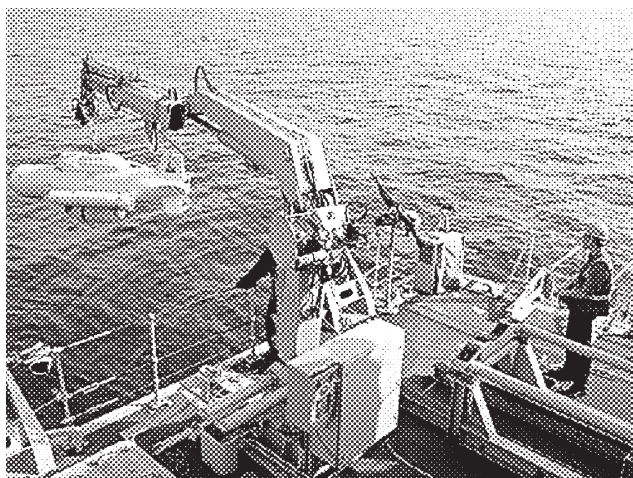


Рис. 2. Спуск на воду НПА РАР-104 с борта противоминного корабля

Модификация РАР-104 Mk5 имеет модульную конструкцию, состоящую из общей центральной части и заменяемых носовой и кормовой секций. Это позволяет более гибко осуществлять компоновку аппарата в зависимости от поставленной задачи. В частности, могут быть использованы три взаимозаменяемые головные части. Первая из них представляет собой стандартную головную часть, которая оснащена телевизионной камерой. Во втором варианте установлена ГАС секторного обзора с высокой разрешающей способностью. Третий вариант включает ГАС с увеличенной дальностью действия. В случае использования второго и третьего вариантов носового отсека на аппарат дополнительно устанавливается поворотный блок с двумя телевизионными камерами: твердотельной монохромной камерой, работающей при низкой освещенности, и твердотельной телекамерой цветного изображения. Хвостовые секции могут быть двух вариантов: обычная и с вертикальным подруливающим устройством. Аппарат может оснащаться од-

ним из трех возможных кабелей телеуправления: стандартный кабель, применяющийся в ранних модификациях, кабель с низким уровнем затухания сигнала при большой пропускной способности и волоконно-оптический кабель (ВОК) с широкой полосой пропускания. Второй и третий варианты кабеля имеют длину 1000 м и 2000 м соответственно. Модель Mk5 оснащена системой передачи цифровых данных, встроенной аппаратурой проверки и контроля, а также устройством радиоуправления, использующимся при обрыве кабеля и в других аварийных ситуациях. В качестве полезной нагрузки аппарат способен нести подрывной заряд массой 126 кг или два заряда меньшей массы. Предусмотрена возможность установки двух взрывных резаков для перебивания минрепов якорных мин. Для повышения скорости выполнения операций по уничтожению мин в нижней части НПА РАР-104 модификаций Mk3 и Mk5 вместо стандартных 126 кг зарядов может устанавливаться самоходный дистанционно управляемый прибор-уничтожитель мин RECA (рис. 3). В непосредственной близости от мины прибор отделяется от НПА, который возвращается на корабль-носитель. Управление прибором-уничтожителем мин RECA осуществляется с того же пульта, что и управление аппаратом. Если объект классифицирован как мина, то производится ее уничтожение, в противном случае прибор RECA может быть поднят на носитель для последующего использования.

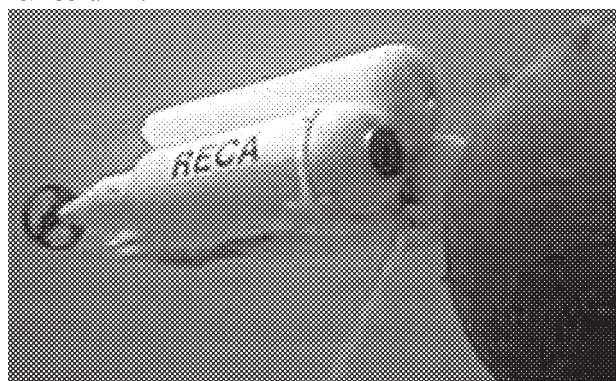


Рис. 3. Самоходный прибор RECA

В ходе противоминных действий используется следующая тактика применения аппарата РАР-104. После обнаружения миноподобного объекта корабельной ГАС аппарат спускается на воду и погружается до момента соприкосновения гайдропа с грунтом. Затем по командам оператора он направляется к месту обнаружения предполагаемой мины так, чтобы получаемый акустический ответчика совпал с эхосигналом от мины. У цели скорость аппарата уменьшается, и оператор, наблюдая телевизионное изображение объекта, идентифицирует

его как мину, а затем принимает решение на ее уничтожение. НПА позволяет сбросить заряд на расстоянии не более 2 м от донной мины. При уничтожении якорной мины оператор на корабле, наблюдая за телевизионным изображением мины, управляет маневрами аппарата таким образом, чтобы навести один из резаков на минреп. Когда минреп окажется в резке между рычагами его захвата, они смыкаются. Затем аппарат отводят от мины задним ходом, а захват вместе с подрывным зарядом остается на минрепе. Освободившись от заряда или захвата, РАР-104 всплывает и направляется к кораблю. Подрывной заряд взрывается после его постановки в течение получаса по сигналу с корабля-носителя; если за это время команды на подрыв не последовало, заряд автоматически переводится в безопасное состояние.

НПА «Olister» (рис. 4) ВМС Франции управляется по оптоволоконному кабелю и имеет три варианта оснащения полезной нагрузкой:

1. НПА вооружен отделяемым зарядом для уничтожения мин.
2. НПА вооружен ГАС миноискания дальнего радиуса действия, что позволяет назвать его аппаратом минной разведки.
3. НПА вооружен самоходным прибором-уничтожителем мин RECA (см. рис. 3).

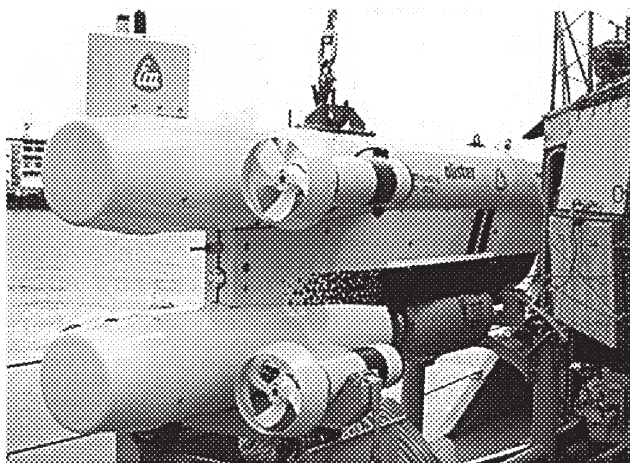


Рис. 4. Противоминный НПА «Olister». Вид сзади

На аппарате установлена ГАС переднего обзора или гидролокатор бокового обзора для поиска мин и обследования морского дна. Классификация мин выполняется с помощью высокоразрешающей телевизионной системы. Уничтожение мин может также производиться при помощи управляемого по ВОК самодвижущегося боевого блока с фугасным или кумулятивным зарядом. Базовая модель НПА «Olister» имеет массу 600 кг, глубину погружения 300 м, длину 3,2 м, высоту 1,2 м, ширину 1,1 м и автономность 24 ч. Аппарат имеет литий-ионную аккумуля-

торную батарею и обладает высокой маневренностью, которая обеспечивается 4 горизонтальными и 2 вертикальными движителями. Помимо оптоволоконной линии связи (длина кабеля до 40 км), аппарат имеет высокоскоростной радиомодем (для связи с обеспечивающим кораблем в надводном положении) и систему гидроакустической связи. НПА «Olister» принят на вооружение кораблей минно-тральных и десантных сил ВМС Франции в 2005 г.

Система нейтрализации мин AN/SLQ-48 фирмы «Alliant Techsystems» (США) является самой крупной и дорогостоящей из всех существующих противоминных систем (стоимость одного образца составляет 6 млн. долл.). Противоминный НПА данной системы фирмы Honeywell получил наименование EX-116 (рис. 5). НПА EX-116 модель «0» имеет массу 1134 кг, длину 3,8 м, ширину 0,92 м и высоту 0,92 м. Два гребных гидродвигателя мощностью по 11 кВт обеспечивают ему скорость до 6 узлов. Маневренность аппарату придают два подруливающих устройства, расположенных в средней части корпуса. В отличие от большинства аналогичных зарубежных аппаратов, имеющих автономные источники энергии, управление и электропитание механизмов и электрооборудования НПА EX-116 осуществляются по кабелю нулевой плавучести. Кабель имеет длину 1524 м, диаметр 13 мм и сматывается с корабельной катушки, оснащенной средством автоматического контроля натяжения. В состав оборудования аппарата входят: ГАС миноискания, носовая телекамера, предназначенная для идентификации мин и обеспечения маневрирования аппарата вблизи цели, кормовая телекамера (служит для слежения за кораблем-носителем и применяется при всплытии для точного вывода аппарата к подъемному устройству), 7 светильников и гидроакустический маяк-ответчик. Поскольку питание аппарата осуществляется по кабелю от корабля-носителя, возникают проблемы с уровнем его собственного электромагнитного поля, однако при этом обеспечивается неограниченная продолжительность работы. Для уничтожения донных и якорных мин используется заряд массой 80 кг, действующий по принципу глубинной бомбы (не требующий точного расположения вблизи объекта), и два взрывных резака.

Управление аппаратом осуществляется с выносного пульта одним оператором по данным ГАС. Он может автоматически наводиться на цель, при этом на пульте управления отображается его положение в пространстве на пути движения. Слежение за ним производится с помощью акустического маяка-ответчика. На спуск и наведение аппарата, подрыв мины и возвращение на корабль затрачивается 17 – 20 мин. В зарубежной печати отмечается, что спуск и подъем могут производиться даже при



Рис. 5. Противоминный НПА EX-116: а – вид сбоку; б – работа оператора по подъему (спуску) аппарата

значительном волнении, так как операции крепления и разбега захвата могут производиться под водой. Схема противоминной операции с помощью подводного аппарата EX-116 аналогична аппарату РАР-104.

Семейство НПА типа «Pluto», разработанных фирмой Gaymarine, принято на вооружении ВМС Италии. НПА «Pluto» состоит из двух модулей – в стеклопластиковых корпусах и смонтированных на немагнитной стальной раме. Носовой модуль может разворачиваться в вертикальной плоскости на 240° . В нем размещается телевизионная камера с высокой разрешающей способностью, галогенные лампы подсветки мощностью по 75 Вт, два гидролокатора и навигационная аппаратура. Первый гидролокатор работает на частоте 200 кГц и имеет дальность действия 30 м. Он предназначен для решения навигационных задач и поиска мин. Построенная им карта морского дна транслируется по кабелю на корабль-носитель и отображается на телевизионном экране оператора. Второй гидролокатор работает на частоте 1,2 МГц, имеет дальность 8 м и предназначен для идентификации миноподобных объектов. В состав навигационной аппаратуры входят также компас и средства автоматического контроля. В кормовом модуле установлены: источник питания, электронная аппаратура и электродвигатели постоянного тока, предназначенные для вращения четырех гребных винтов в насадках (в горизонтальной и вертикальной плоскости). Для повышения маневренности аппарата в горизонтальной плоскости предусмотрен пятый двигатель с гребным винтом в диаметральной плоскости. В нижней части носового модуля находится подрывной заряд массой 15 кг для уничтожения донных мин. Высокая маневренность аппарата позволяет использовать его как для борьбы с донными, так

и с якорными минами. В последнем случае подрывной заряд заменяется патроном, который закрепляется на минерепе якорной мины и подрывается после отхода аппарата на безопасное расстояние. Максимальный радиус действия НПА «Pluto» составляет 500 м, а глубина поиска 300 м. В горизонтальной плоскости аппарат движется со скоростью 4 узла, а в вертикальной – 1 узел. Управление аппаратом осуществляется с переносного пульта размером $300 \times 300 \times 400$ мм, который устанавливается на палубе или в рубке противоминного корабля. Связь пульта с аппаратом осуществляется по коаксиальному кабелю нулевой плавучести. Кабель имеет длину 500 м, диаметр 6 мм и прочность на разрыв 300 кг, что при массе аппарата в 160 кг позволяет использовать кабель для подтягивания аппарата к носителю или даже в случае необходимости для поднятия его на борт корабля-носителя. Пульт может работать совместно с компьютером, блоком видеозаписи и устройством отображения данных о состоянии аппарата. НПА «Pluto» имеет малое магнитное поле, что позволяет ему приближаться к мине на расстояние 1–2 м, зависать над ней и опускать заряд рядом с ее корпусом. На одну операцию по уничтожению мины (спуск аппарата, поиск мины, ее уничтожение, возвращение на корабль и подъем на борт) требуется около 30 мин. При этом источник питания обеспечивает время работы аппарата до 6 ч, а его замена осуществляется за 10 мин. Существенным недостатком НПА «Pluto» является малая скорость, в результате чего он не может использоваться в районах с течениями более 3 узлов. НПА «Pluto» находится на вооружении противоминных кораблей Италии, США, Республики Корея, Испании, Финляндии, Таиланда и Нигерии.

В настоящее время разработаны три усовершенствованные модификации аппарата. НПА «Pluto Plus»,

«Pluto Pioneer» и «Pluto Gigas». НПА «Pluto Plus» (рис. 6) имеет более широкие возможности (по сравнению с НПА «Pluto»), его скорость увеличена до 7 узлов, рабочая глубина до 400 м, а время работы до 10 ч, при массе аппарата 250 кг. Данная модификация имеет подрывной заряд массой 128 кг, поисковую ГАС с дальностью обнаружения 200 м с электронным сканированием и ГАС распознавания с дальностью действия 7,5 м, с механическим сканированием, что позволяет устанавливать этот аппарат на корабли и суда, не имеющие своих гидроакустических поисковых средств. Связь аппарата с кораблем-носителем осуществляется по ВОК длиной 2000 м, усиленному стальным сердечником. При борьбе с якорными минами вместо подрывного заряда используется взрывной резак, снабженный зарядом массой 0,2 кг, который закрепляется на минрепе мины и подрывается с отходом аппарата на безопасное расстояние. Операция поиска и уничтожения мины занимает около 30 мин. НПА «Pluto Plus» способен без смены батарей уничтожить до 4 мин. В настоящее время интерес к аппарату проявили ВМС и других стран: поступили заказы от США, Южной Кореи, Таиланда и др. НПА «Pluto Pioneer» оснащен тремя ГАС: поисковой (дальность действия 200 м), навигационной и ГАС для решения задач классификации мин, а также цветной телекамерой. НПА «Pluto Gigas» предназначен для работы на скорости до 8 узлов в течение 1 ч в дельтах рек и районах сильных течений. Он оснащен двумя подрывными зарядами. НПА «Pluto Gigas» – радиоуправляемый вариант, в котором удален коаксиальный кабель и установлен модуль широкополосного цифрового управления с буксируемой на поверхности воды антенной-бум. НПА «Pluto Gigas» способен действовать на больших расстояниях от корабля-носителя в чрезвычайно мелких районах (в том числе на мелях и песчаных банках), в сложных погодных условиях, с любых плавсредств и даже пирсов.

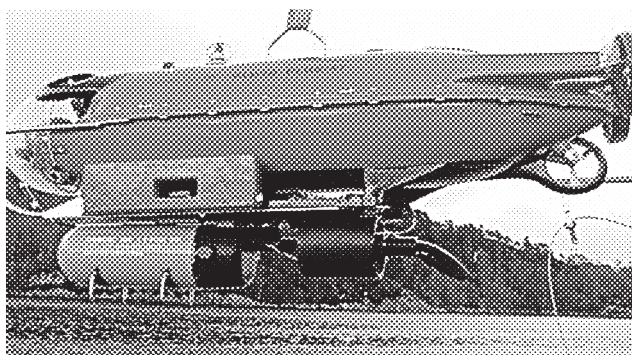


Рис. 6. Противоминный НПА «Pluto Plus»

НПА «Penguin-B3» (рис. 7) немецкой компании MBV, предназначен для идентификации и уничтожения мин, обнаруженных корабельной ГАС миноискания. Он

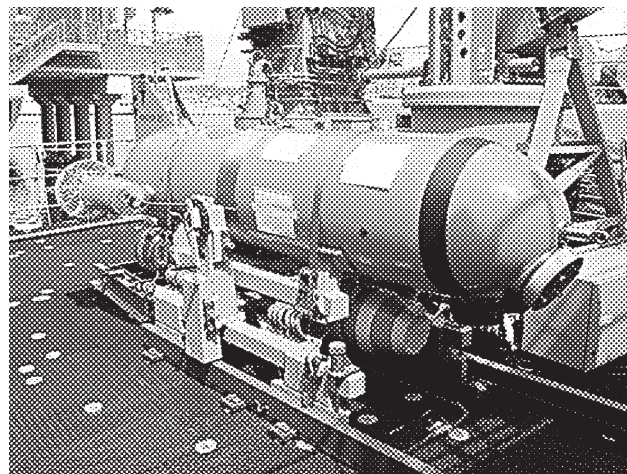


Рис. 7. Противоминный НПА «Penguin-B3»

имеет следующие тактико-технические характеристики: массу (с подрывными зарядами) 1350 кг, длину 3,5 м, диаметр корпуса 0,7 м, максимальную ширину 1,5 м, высоту 1,4 м; рабочую скорость хода 6 узлов, максимальную 8 узлов, глубину погружения 100 м, автономность 3 час. Аппарат может использоваться при состоянии моря до 4 баллов. Стеклопластиковый корпус аппарата имеет обтекаемую форму и разделен двумя переборками на три отсека. В носовом отсеке установлены телевизионная камера и гидролокатор, которые могут работать параллельно. Телевизионная камера работает при низком уровне освещения (в условиях плохой видимости Балтийского моря она может быть заменена гидролокатором). Гидролокатор ближнего действия имеет высокую разрешающую способность и обеспечивает обнаружение мин, замкнутых в грунт. В среднем отсеке располагаются аккумуляторная батарея, система управления, вертикальное подруливающее устройство, балластная цистерна и узел крепления подрывного заряда. Никель-кадмиевые или серебряно-цинковые батареи обеспечивают работу аппарата в течение 1 ч или 3 ч соответственно и могут извлекаться из корпуса для их замены при расстыковке переднего и среднего отсеков. В случае необходимости подзарядка батарей может производиться внутри корпуса. Их энергия восстанавливается на 90 % за один час подзарядки.

В состав системы управления входят микропроцессор, гироскопы, эхолот и лаг, которые обеспечивают простое и надежное управление аппаратом. В кормовом отсеке находятся электронная аппаратура управления двигателями, рулевой сервопривод, балластная цистерна и узел крепления подрывного заряда. В корме установлены высоко расположенный вертикальный киль, по бортам на пилонках – два электродвигателя с гребными винтами. Для уничтожения мин в нижней части корпуса спереди и сзади крепятся два подрывных заряда общей

массой 240 кг. Вместо переднего заряда может устанавливаться резак для перебивания минрепов якорных мин. Управление аппаратом осуществляется по кабелю длиной 600 м и диаметром 8 мм. Армирование кабеля выполнено волокнами кевлара, что увеличивает его прочность и позволяет извлекать аппарат с глубины в случае аварии. Передача данных осуществляется по волоконно-оптической жиле кабеля со скоростью 60 кбит/с. После обнаружения мины корабельной ГАС миноискания аппарат опускается на воду и в надводном положении направляется в район нахождения мины. Затем аппарат погружается на заданную глубину и включает гидролокатор. Аппарат сближается с миной автоматически по заданной программе. Их взаимное положение отображается на дисплее операторского пульта управления. К донной мине аппарат подводится сверху, зависает над ней и включает телевизионную камеру. По транслируемому телевизионному изображению оператор идентифицирует мину и принимает решение на ее уничтожение сбрасываемым подрывным зарядом. Якорные мины уничтожаются путем крепления к минрепу подрывного заряда. После этого аппарат направляется к следующему миноподобному предмету или возвращается на борт корабля.

Противоминный НПА «Trail Blazer» (рис. 8) разработан канадской фирмой International Submarine Engineering (ISE) совместно с британской фирмой Fairey Hydrovlios. Он предназначен для обнаружения и уничтожения донных и якорных мин. Его длина составляет 2,63 м, ширина 0,64 м, высота 0,86 м, масса 772 кг, а дальность действия 1 км. Корпус аппарата изготовлен из стеклопластика, усиленного алюминиевой рамой. В состав оборудования входят телекамеры цветного и черно-белого изображения, различные типы гидроакустических станций и фотокамера. Подсветка обеспечивается прожектором мощностью 500 Вт. Аппарат оснащен манипулятором и гидравлическим резак для перерезывания минрепа якорных мин. Для уничтожения донных

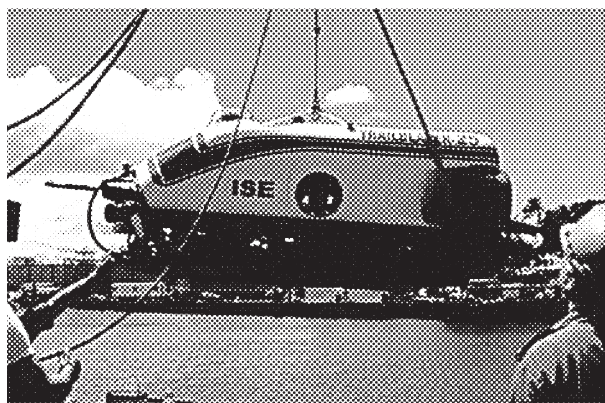


Рис. 8. Противоминный НПА «Trail Blazer»

мин он может нести один 127 кг или несколько меньших сбрасываемых подрывных зарядов, подвешиваемых на специальных держателях в нижней части корпуса. В состав системы управления входят микропроцессор и автопилот, что позволяет программировать траекторию движения по направлению и глубине и выполнять все операции автоматически. Курсоуказание обеспечивается бортовым репитером компаса корабля-носителя или гирокомпасом аппарата (на выбор). Связь осуществляется с помощью кабель-троса положительной плавучести длиной 1500 м. По кабелю передаются управляющие сигналы, транслируется телевизионное изображение и данные от гидроакустической станции, а также подается электропитание на энергосиловую установку. «Trail Blazer» оснащен электродвигателем мощностью 35 кВт, который с помощью гидравлических приводов приводит во вращение пять гребных винтов. Движение осуществляется под действием двух кормовых горизонтально расположенных винтов, а точное маневрирование производится с помощью двух бортовых (лаговых) винтов и одного вертикального. Аппарат может использоваться при состоянии моря до 6 баллов и двигаться на глубине до 500 м со скоростью 4–6 узлов. При поиске мин он находится на расстоянии до 600 м впереди по курсу обеспечивающего корабля. К первоначальному использованию аппарат готовится менее 2 час (между очередными спусками на воду проходит около 30 мин.). Благодаря снабжению электроэнергией по кабелю «Trail Blazer» может действовать непрерывно в течение 200 час. Весь комплекс, включающий аппарат, пульт управления и спуско-подъемное устройство, имеет массу 1200 кг и может размещаться в стандартном контейнере, транспортироваться самолетом и быстро устанавливаться практически на любом судне, вплоть до малых рыболовных траулеров. «Trail Blazer» выпускается в Великобритании для европейских потребителей и в Канаде – для государств американского континента. Им уже заинтересовалось командование ВМС некоторых стран НАТО.

Отечественные и зарубежные специалисты едины в своих прогнозах на необходимость приоритетного развития существующей схемы «тральщик – искатель мин» как комплексной системы «специализированный противоминный корабль (тральщик) – противоминный НПА (искатель мин)». В отличие от известной концепции «Охота на мины», согласно которой обнаружение мин осуществляется гидроакустической станцией миноискания, установленной на противоминном корабле, схема «тральщик – искатель мин» допускает поиск мин противоминным средством движущихся впереди по курсу кора-

бля. При этом, оценивая перспективы развития противоминных НПА, отмечается, что их совершенствование идет как в направлении повышения эффективности обнаружения и нейтрализации мин, так и по пути увеличения типов возможных носителей. Это обуславливает необходимость рассматривать вопросы оценки эффективности противоминных действий НПА не только при поиске и целеуказании при помощи ГАС миноискания специализированных кораблей, но и при помощи своих бортовых ГАС.

На рис. 9 – 11 представлены три способа совместного использования носителя противоминного средства и противоминного НПА:

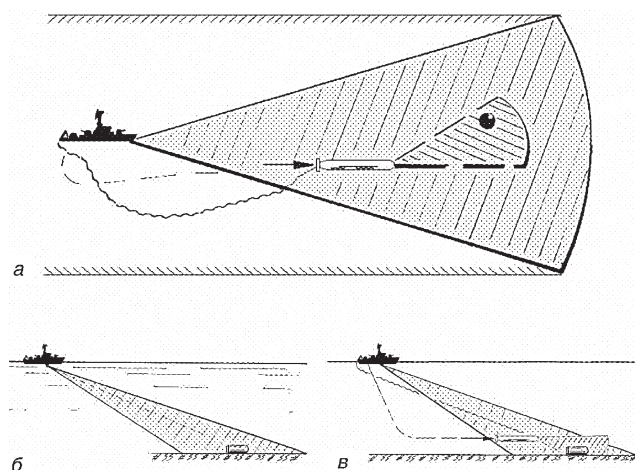


Рис. 9. Способ 1: а – вид сверху (НПА обнаружил мину своей ГАС в луче ГАС противоминного корабля); б – противоминный корабль обнаружил мину своей ГАС; в – НПА подходит к мине для ее уничтожения

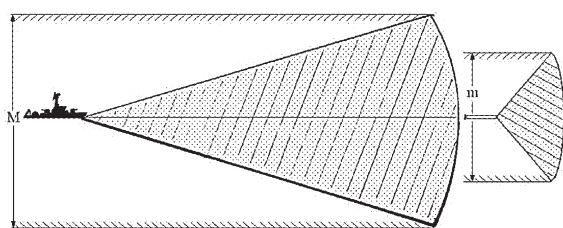


Рис. 10. Способ 2. Противоминный НПА идет впереди по курсу противоминного корабля (работает ГАС корабля и ГАС НПА)

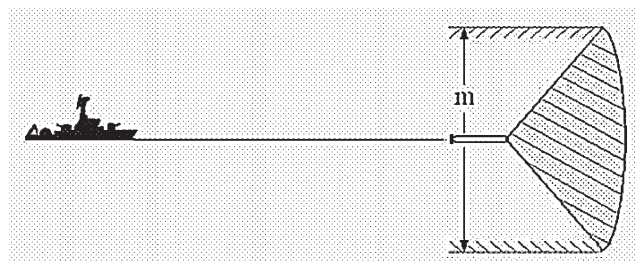


Рис. 11. Способ 3. Противоминный НПА идет впереди по курсу противоминного корабля (работает только ГАС НПА)

- способ 1, носитель (противоминный корабль) с ГАС миноискания и НПА для допояска и уничтожения мин;
- способ 2, носитель (противоминный корабль) с ГАС миноискания и НПА для поиска мин;
- способ 3, носитель и НПА поиска мин.

Первый способ состоит в наведении противоминного НПА на мину обнаруженную ГАС миноискания и последующего ее уничтожения. Эффективность таких противоминных действий будет зависеть от поисковой производительности, которая устанавливает взаимосвязь между скоростью хода противоминного корабля, шириной поисковой полосы (дальностью действия ГАС миноискания) и вероятностью обнаружения мины.

Рассчитывается поисковая производительность по известным методикам. При этом обнаруженная мина подлежит уничтожению противоминным аппаратом, который наводится на мину по данным ГАСМ с некоторым средним отклонением (E). Вероятность с которой НПА будет наведен на донную мину при первом способе действия может быть рассчитана по формуле

$$P_H = \frac{1}{2} \left[\hat{\phi} \left(\frac{-0,5m}{E} \right) - \hat{\phi} \left(\frac{+0,5m}{E} \right) \right], \quad (1)$$

где P_H – вероятность наведения НПА на мину;

$\hat{\phi}$ – функция Лапласа;

m – ширина полосы, в которой противоминное средство идентифицирует мину (например, ширина полосы просматриваемой телевизионной камерой).

Если обнаружена якорная мина, то срединные отклонения наведения НПА посредством ГАС на мину будут подразделяться на горизонтальное E_H и вертикальное E_B , а ширина полосы идентификации мины соответственно на горизонтальную m_H и вертикальную m_B составляющие. Поэтому формула (1) примет вид

$$P_H = \frac{1}{2} \left[\hat{\phi} \left(\frac{-0,5m_H}{E_H} \right) - \hat{\phi} \left(\frac{+0,5m_H}{E_H} \right) \right] \times \frac{1}{2} \left[\hat{\phi} \left(\frac{-0,5m_B}{E_B} \right) - \hat{\phi} \left(\frac{+0,5m_B}{E_B} \right) \right]. \quad (2)$$

При втором способе действий противоминный аппарат следует впереди по курсу корабля и совместно с его ГАСМ участвует в поиске мин.

Если ширина поисковой полосы НПА меньше ширины поисковой полосы ГАС (рис. 10) и не выходит за ее пределы, то вероятность обнаружения мины в результате таких поисковых действий может быть рассчитана по формуле

$$P_O = 1 - (1 - P_{ОНК}) \cdot \left(1 - \frac{m}{M} \cdot P_{ОНПА}\right), \quad (3)$$

где P_O – общая вероятность обнаружения мины;

$P_{ОНК}$ – вероятность обнаружения мин ГАСМ корабля;

$P_{ОНПА}$ – вероятность обнаружения мин поисковыми средствами НПА;

m – ширина поисковой полосы противоминного средства НПА;

M – ширина поисковой полосы ГАСМ корабля.

Если имеет место отношение $M = m$ и действия НПА и НК согласованы, т.е. они обследуют одну и ту же полосу, формула 3 преобразуется к виду

$$P_O = 1 - (1 - P_{ОНК}) \cdot (1 - P_{ОНПА}) \cdot \quad (4)$$

В случае, когда M меньше, чем m , то использование ГАС противоминного корабля лишается смысла. Наведение НПА на обнаруженную мину при соотношении $M > m$ может осуществляться по тем же принципам, что и при действиях способов 1 и 2. В остальных же случаях, а также в процессе реализации способа №3 НПА наводит-ся на мину автономно.

3. Одноразовые противоминные системы

К числу перспективных направлений создания морских противоминных систем относится разработка НПА разового применения, предназначенных для уничтожения различных типов мин. Такими аппаратами планируется оснащать минно-тральные корабли, боевые корабли основных классов, а также многоцелевые вертолеты-тральщики. Общими конструктивными особенностями НПА этого типа являются управление по волоконно-оптическому кабелю, наличие электрической силовой установки, а также оснащение боевой частью.

НПА системы «Archerfish». Концепция использования минизарядов для уничтожения мин была впервые исследована фирмой «GEC-Marconi» в 1984 г. Параллельно фирмой разрабатывалась концепция применения одноразовых миниторпед (как средства уничтожения мин). Испытания созданной в соответствии с этой концепцией системы «Archerfish» (рис. 12), начались в 1991 г. В период 1992-1995 гг. фирма «CEC – Marconi» в сотрудничестве с фирмой SNPE Explosives & Propellants Group разработала модернизированный вариант системы «Archerfish», использующий кумулятивный заряд. В работах также принимала участие фирма «Raytheon Naval & Marine Systems» в части создания систем навигации и управления и британская компания «BAE Systems». Аппарат массой около 25 кг имеет скорость 3–5 узлов, дальность хода не менее 2000 м и оснащается боевой частью направленного дей-

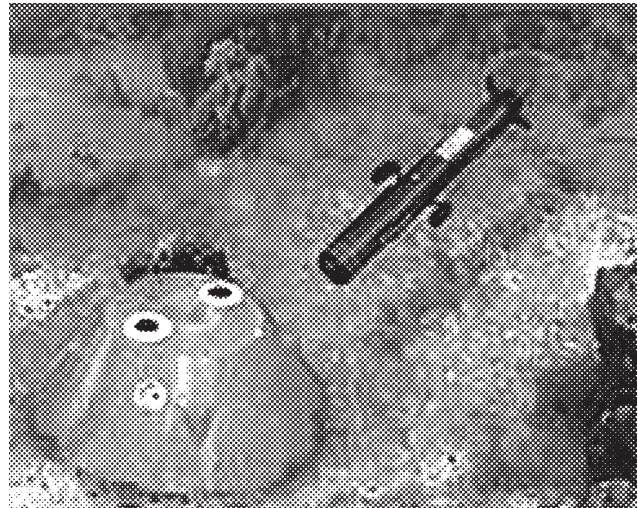


Рис. 12. НПА «Archerfish» обнаружил донную мину

ствия. Он имеет два реверсивных движителя и оборудован ГАС переднего обзора, видеокамерой и светильником. НПА системы «Archerfish» имеет режим перехода в район нахождения цели (подобно торпед), а также режимы поиска, обнаружения и уничтожения мины. Наведение аппарата на цель осуществляется по данным корабельной гидроакустической станции. Идентификация обнаруженной цели осуществляется оператором на основе анализа данных, полученных от ГАС и видеокамеры.

Противоминная система «Seafox» (рис. 13), разработана германской фирмой «STN Atlas Electronic». Масса аппарата составляет около 40 кг, длина 1,3 м, скорость хода 6,0 узлов, дальность хода более 5000 м. Пять движителей (4 горизонтальных и 1 вертикальный) приводятся в действие при помощи электроприводов, получающих питание от литий-ионной аккумуляторной батареи. Средства обнаружения мин включают ГАС кругового обзора и телевизионную камеру с подсветкой. Кумулятивная боевая часть, предназначенная для уничтожения мин, разработана фирмой «Dynamit Nobel». Система «Seafox» была выбрана для оснащения 10 тральщиков – искателей мин типа «Hameln» ВМС Германии. Кроме этого, они установлены на многоцелевых корветах повышенной скрытности типа «Visby» ВМС Швеции. На каж-

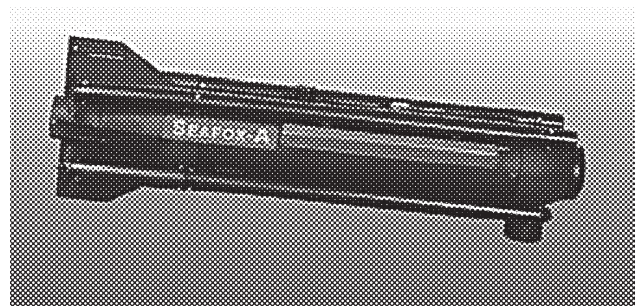


Рис. 13. Противоминный НПА «Seafox»

дом из тральщиков – искателей мин будут установлены 10 полностью возвращаемых НПА «Seafox-1» и 25 невозвращаемых НПА «Seafox-C». Производство боевого варианта системы «Seafox» началось в конце 1998 г.

НПА «K-Step» ВМС Франции (рис. 14) предназначен для уничтожения всех типов мин, в том числе и заглубленных в грунт, при состоянии моря до 5 баллов, на глубинах от 0 до 300 м и на расстоянии до 1000 м от корабля-носителя. Масса аппарата составляет 40 кг, длина 1,4 м, скорость хода 5 узлов. Два горизонтальных и один вертикальный движитель обеспечивают аппарату хорошую маневренность даже на сильном течении. Время выполнения операции занимает около 15 мин. Аппарат снабжен цветной видеокамерой и ГАС с меняющейся рабочей частотой от 600 кГц до 1,2 МГц, обеспечивающей точный выход на мину при очень плохой видимости. В условиях высокой турбулентности видеокамера автоматически переводится в режим монохроматического формата. Разворачивающаяся в сторону мины боеголовка НПА содержит заряд мощного ВВ массой 6 кг и не требует непосредственного контакта с миной. Стандартный магазин системы включает 10 или 20 НПА и два учебно-тренировочных аппарата «K-Step IV», которые управляются по усиленному ВОК. Срок хранения боеголовок превышает 12 лет, на корабле они могут храниться в течение 4 лет. НПА «K-Step» можно также использовать с любой плавучей платформы, допускающей использование ВОК.

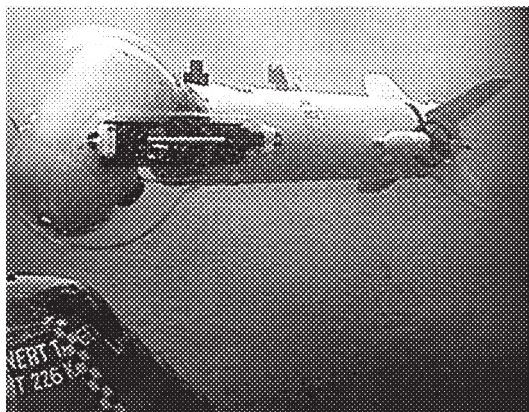


Рис. 14. Противоминный НПА «K-Step»

Система «Minesniper» (рис. 15) разработана норвежской фирмой «Kongsberg Defense & Aerospace» и предназначена для использования против донных и якорных мин. Длина НПА составляет около 1500 мм, диаметр 200 мм, масса 30 кг, глубина 500 м, максимальная дальность – 4000 м. Аппарат может развивать скорость до 6 узлов (рабочее значение скорости от 2 до 4 узлов). НПА

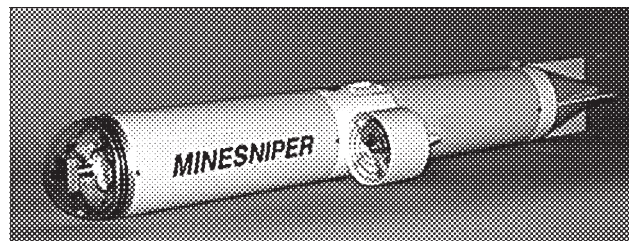


Рис. 15. Одноразовый противоминный НПА «Minesniper»

оснащается двумя реверсивными движителями, аппаратурой гидроакустической навигационной системой, ГАС переднего и бокового обзора, а также видеокамерой и прожектором. Наведение аппарата на цель осуществляется в автоматическом режиме по данным корабельного гидроакустического и навигационного комплексов. С прибытием в район цели производится включение ГАС и видеокамеры. При этом оператор управляет аппаратом с корабля вручную, чтобы идентифицировать обнаруженную цель на основе анализа ее акустической сигнатуры и видеозображения. Существующий вариант системы «Minesniper» может быть оснащен либо 72-мм либо 122-мм кумулятивным зарядом в зависимости от типа используемого взрывчатого вещества (масса взрывчатого вещества около 0,3 кг). Разрабатывается новый, более легкий вариант системы «Minesniper» Mk-2, который будет иметь модульную конструкцию. Он должен включать новую ГАС кругового обзора, оптоволоконную линию связи длиной 6000 м и новую систему управления, которая позволит обеспечивать быстрое изменение глубины при движении на высоких скоростях. Система «Minesniper» Mk-2 предназначена для использования с тральщиков – искателей мин типа «Oksoy» ВМС Норвегии. Кроме того, она предлагается на продажу ВМС Франции, Великобритании и Испании.

Выводы

1. Объект, классифицируемый ГАС как миноподобный, подлежит идентификации (опознанию) с последующим уничтожением. Выполнение данной операции возлагается на противоминные НПА. Подводные аппараты, дистанционно управляемые с корабля, позволили выполнять противоминные операции с большей эффективностью:

- увеличались глубины районов противоминных действий;
- сократилось время на проведение идентификации и уничтожения;
- повысилась вероятность обнаружения и классификации мин в неблагоприятных условиях.

2. К противоминным НПА предъявляются следующие требования: высокая вероятность и малое время об-

наружения и идентификации цели; минимальное время на постановку и выборку; простота управления, высокая маневренность при малых скоростях движения, низкий уровень физических полей. Этим требованиям отвечают противоминные НПА, управляемые по кабелю, такие как НПА, семейства «PAP-104», НПА семейства «Pluto», «Penguin-B3», система MNS AN/SLQ-48 и ряд других.

3. В последнее время получили развитие одноразовые малогабаритные противоминные системы. Это такие системы как «Archerfish» (фирма «CEC – Marconi»), «Minesniper» (фирма «Kongsberg Defense & Aerospace»), «Seafox» (фирма STN Atlas Electronic), а также миниторпеды, разрабатывавшиеся итальянской фирмой «Whitehead Alenia».

4. Для ВМФ России роль противоминных НПА состоит в проведении обследования мест якорных стоянок, дифферентовки и покладки подводных лодок на грунт, фарватеров районов базирования, районов (полигонов) боевой подготовки и рассредоточения.

Особая роль НПА обусловлена положениями ряда документов, согласно которым одним из основных принципов ведения противоминных действий является: «целесообразное распределение выделенного состава противоминных сил и средств по районам и задачам». В этой связи в сравнении с другими противоминными средствами противоминные НПА позволяют достичь большей эффективности при решении следующих задач:

- получения точной информации о местоположении мин, частных минных заграждений, их конфигурации, наличии разрывов и проходов;
- производства контрольного обследования района с целью установить результаты противоминных дей-

ствий;

- обеспечения боевой устойчивости противоминных кораблей от подрыва на минах, путем обследования полосы движения головного тральщика в свернутом строю противоминных кораблей;

- замены водолазов при обследовании дна в районах дифферентовки и покладки подводных лодок на грунт в случае возникновения сомнений в отсутствии мин противника в назначенных местах;

- обследования бухт, подходов к причалам и стенкам, где стеснено плавание противоминных кораблей и применение ими противоминных средств.

Место НПА в системе противоминного обеспечения сил флота может быть определено:

- в разведывательном поиске мин (систематическом и контрольном);
- в обеспечении противоминных действий по уничтожению минных заграждений способом объективного поражения каждой отдельной мины заграждения;
- в противоминном наблюдении;
- в противоминном охранении.

Разведывательный поиск мин осуществляется самостоятельно каждым НПА из состава тральной группы необитаемых подводных аппаратов, как тактической единицы автономных необитаемых противоминных сил, а также в составе противоминных средств корабельных тральных групп или авиационных тральных групп. Уничтожение мин способом объектового поражения каждой отдельной мины осуществляется по уточненным данным о местоположении мин, полученным в результате их доиска НПА.

Литература

1. Агеев М.Д., Наумов Л.А., Илларионов Г.Ю. и др. *Необитаемые подводные аппараты военного назначения*. // Под ред. Академика М.Д. Агеева. Монография. – Владивосток, Дальнаука, 2005. 168 с.
2. Илларионов Г.Ю., Сидоренков В.В., Смирнов С.В. *Автономные необитаемые подводные аппараты для поиска и уничтожения мин*. // Подводные исследования и робототехника. №1, 2006, С. 31-39.
3. Литвиненко Е.Я., Илларионов Г.Ю., Сидоренков В.В. *Противоминные необитаемые подводные аппараты*. – С.-Пб: Судостроение, 2005. – 104 с.
4. Илларионов Г.Ю., Сиденко К.С., Сидоренков В.В. *Подводные роботы в минной войне*. – Калининград: Янтарный сказ, 2008. – 117 с.
5. Илларионов Г.Ю., Лаптев К.З. *Применение подводных роботов в сетцентрических войнах*. // Материалы международной научно-технической конференции «Технические проблемы освоения Мирового океана». – Владивосток: ИПМТ ДВО РАН, 2007. – С. 95–101.
6. *The Navy Unmanned Undersea Vehicle. (UUV) Master Plan*. <http://www.navy.mil/navydata/technology/uuwp.pdf>.

Материал поступил в редакцию 30. 04. 2009 г.