

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР БЕЗОПАСНОСТИ
(ООО «НТБЦ»)**

192102, Санкт-Петербург, Нефтяная дорога, дом 5 корпус 1 литер а, пом. 3-н часть №5

Реферат презентация работы
«Разработка научных основ и практическая реализация технологии
подавления поражающих факторов подводного взрыва
«АКВАЩИТ»

Выполнили:

1. Михайлин Андрей Иванович, заместитель генерального директора по науке и развитию АО «НПО Спецматериалов» - руководитель работы;
2. Пучков Андрей Сергеевич, директор НИИ СМ АО «НПО Спецматериалов»;
3. Гук Игорь Владимирович, заместитель директора НИИ СМ АО «НПО Спецматериалов»;
4. Кленов Юрий Николаевич, советник генерального директора АО «НПО Спецматериалов»;
5. Корнилов Сергей Робертович, главный инженер АО «НПО Спецматериалов»;

ВВЕДЕНИЕ

В 2017 году в АО «НПО Спецматериалов» была выполнена инициативная работа по разработке научных основ и практической реализации технологии подавления поражающих факторов подводного взрыва а также защиты морской ихтиофауны и подводных объектов от подводной

ударной волны, образующейся при контролируемом подрыве неразорвавшихся боеприпасов – мин, торпед и др. Разработка получила название «Акващит».

Была построена физико-математическая модель локализованного взрыва в подводном пространстве и проведены модельные численные расчёты, которые показали принципиальную возможность подавления амплитуды подводной ударной волны, образующейся при подрыве заряда взрывчатого вещества, с помощью слоя двухфазной гетерогенной среды. На основе проведенных расчётов были выбраны перспективные материалы и эффективные толщины стенки технического устройства подавления подводного взрыва, созданы опытные прототипы технического устройства, которые представляли собой оболочки различной толщины, наполненные двухфазным гетерогенным органическим или неорганическим наполнителем.

1ЮНа испытательной площадке № 2 войсковой части 93268 были проведены натурные испытания по оценке эффективности созданных опытных прототипов технических устройств. Было установлено, что наиболее эффективно подавляет подводную ударную волну техническое устройство с органическим наполнителем при толщине защитной структуры 18 см. По результатам натурных испытаний был создан полноразмерный образец технического устройства, предназначенного для подавления негативных эффектов подводных взрывов - «Акващит».

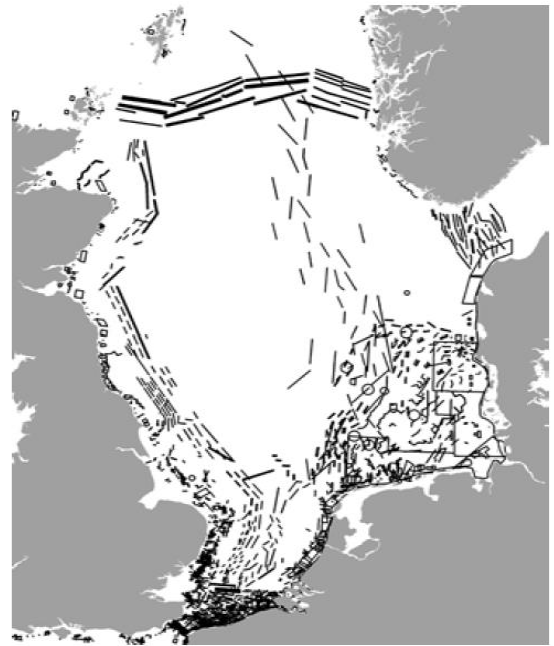
В конце ноября 2017 года техническое устройство «Акващит» было успешно применено моряками Балтийского флота при обезвреживании неразорвавшихся боеприпасов на дне Финского залива для прокладки газопровода «Северный поток-2».

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИДЕЯ

Со времён Первой и Второй Мировых войн на дне Балтийского и Северного моря находится огромное число неразорвавшихся снарядов, бомб, мин, торпед, других различных боеприпасов и взрывных устройств.



(a)



(б)



(в)



(г)

Рисунок 1 - Известные минные поля в Балтийском (а) и Северном (б) морях, фотографии неразорвавшихся боеприпасов, находящихся на морском дне (в,г)

Взрывоопасные объекты, находящиеся на дне моря, загрязняют окружающую среду, препятствуют разработке морского дна, мешают при дноуглубительных работах, забивании свай, при прокладке подводных коммуникаций, при тралении рыбы и др. Так, в настоящее время остро стоит вопрос о расчистке акватории Балтийского и Северного морей в области прокладки трубопровода в связи с расширением проекта «Северный поток» и

постройкой газопровода «Северный поток 2».

Расчистка морской акватории от взрывоопасных предметов представляет собой сложную инженерную задачу. Более 70 лет корпуса боеприпасов подвергались коррозии в морской воде. Вследствие этого, безопасный подъём их на поверхность сопряжен со значительными техническими трудностями.

Наиболее экономичным способом расчистки морской акватории от взрывоопасных предметов является способ нейтрализации (уничтожения) неразорвавшихся боеприпасов путем их подрыва накладным зарядом взрывчатого вещества. Недостатком данного способа является то, что при подводном взрыве формируется ударная волна с большой амплитудой, которая, вследствие крайне малой сжимаемости воды, распространяется на значительные расстояния.

Прямые и отражённые ударные волны и сопутствующие им звуковые волны при подводных взрывах могут приводить к гибели морских обитателей — млекопитающих, рыб, позвоночных и беспозвоночных, к различным травмам, полной или частичной потери слуха и т. д.

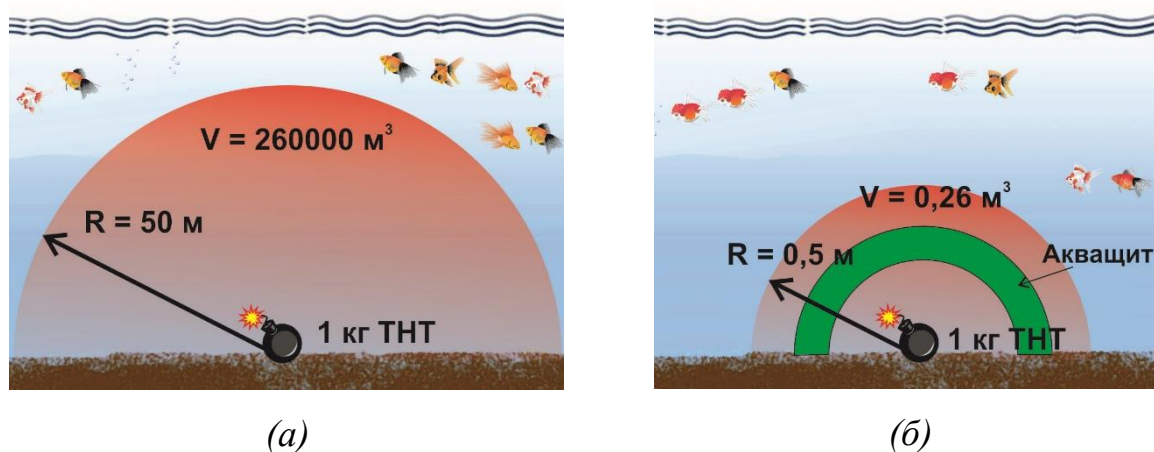


Рисунок 2 – концепция устройства «Акващит».

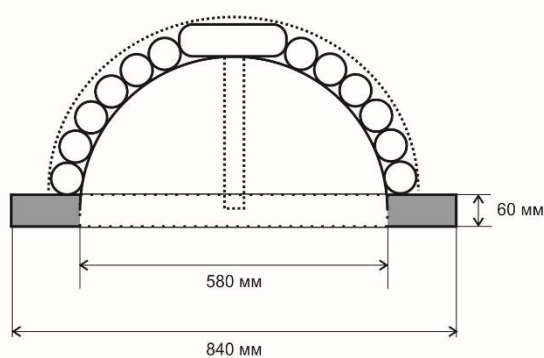
(a) – опасная зона для ихтиофауны, (б) – снижение опасной зоны с помощью устройства «Акващит»

Снижение негативных эффектов подводных взрывов, прежде всего, предполагает снижение амплитуды вызываемых ими ударных и звуковых

волн, что позволит снизить размеры области, затронутой взрывом, а также снизить уровень смертности и травм в этой области. На данный момент крайне актуальной является разработка технического средства подавления амплитуды ударной и звуковой волны свободного от вышеперечисленных технических и экономических ограничений.

Такое техническое средство должно, во-первых, быть достаточно компактным и сравнительно дешевым, во-вторых, его установка на место утилизации должна занимать минимум времени и работы водолазов. Также оно должно снижать значение максимальной амплитуды давления в ударной волне до значений, меньших, чем порог поражения морских видов, обитающих в районе подрыва.

Накопленный массив теоретических и экспериментальных результатов по взаимодействию воздушных ударных волн с гетерофазными средами послужил основой для создания расчетных моделей [33-35]. Данные модели могут быть в первом приближении применены и для расчета уровня снижения амплитуды подводной ударной волны.



(а)



(б)

Рисунок 3 – Прототип технического устройства подавления подводного взрыва. (а) – схема прототипа, (б) – фотография прототипа технического устройства.

Были проведены расчеты избыточного давления на фронте ударной волны при подрыве заряда ТНТ массой 1 кг в воде (открытый подрыв) и в воде со слоем двухфазной среды толщиной 20 см (локализованный подрыв).

Минимальное расстояние от края заряда до двухфазной среды составляло 10 см. Расчеты показали, что слой двухфазной среды толщиной 20 см снижает давление на фронте ударной волны на расстоянии 1 м от заряда примерно в 10 раз, на расстоянии 2 и 3 метра уровень снижения составляет 8-9 раз.



(a)



(б)



(в)



(г)

Рисунок 4 – Фотографии с испытательной площадки. (а) – общий вид места проведения испытаний, (б) – прототип устройства «Аквацит», (в) – заряд аммонита №6 ЖВ, (г) – установка устройства с зарядом на место подрыва

Проведенные расчеты показали принципиальную возможность создания эффективного технического устройства подавления негативных эффектов подводных взрывов. На основе двухфазной гетерогенной среды были созданы прототипы такого устройства. Конструктивная схема технического устройства представлена на рисунке 3 (а). Устройство состоит из основания, состоящего

из одного или нескольких железобетонных колец, и сферического купола.

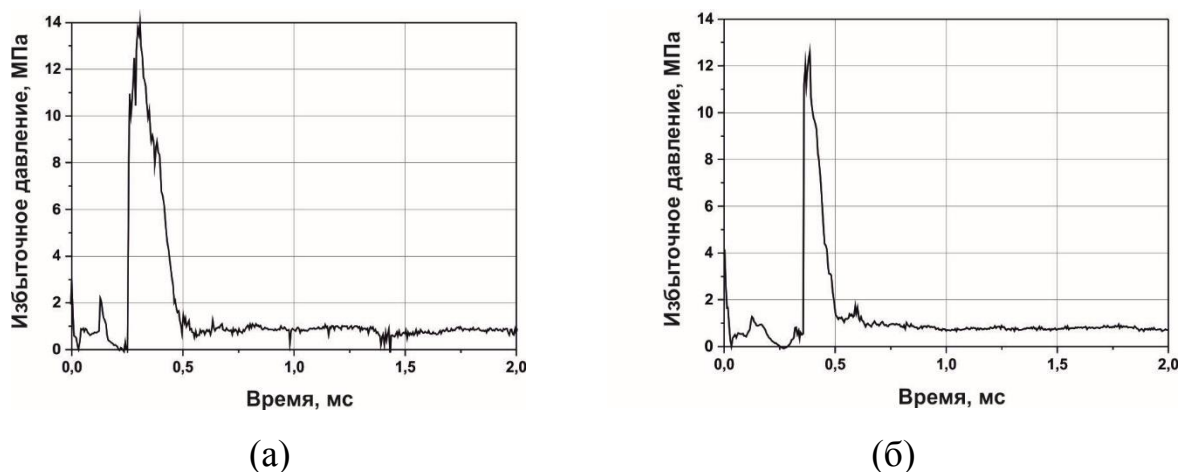


Рисунок 5 – Зависимость избыточного давления от времени при открытом подводном взрыве 0,8 кг аммонита №6 ЖВ на расстоянии 7,7 м. (а) – первый подрыв, (б) – второй подрыв.

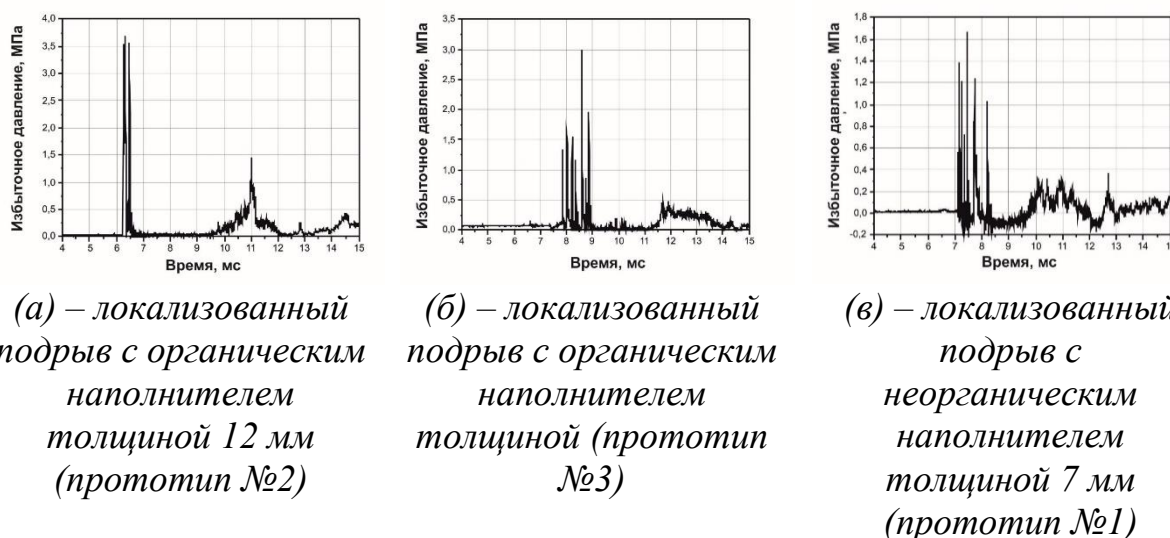


Рисунок 6 – результаты подрывов в прототипах устройств «Акващит»

Обобщая результаты работы, можно отметить, что проведенные экспериментальные и численные исследования показали принципиальную возможность создания технического устройства подавления негативных эффектов подводных взрывов. Натурные эксперименты показали, что наилучший уровень подавления обеспечивает органический наполнитель толщиной 18 см. Уровень снижения амплитуды ударной волны от подрыва 0,8 кг аммонита №6 ЖВ на расстоянии 7,7 метра от центра заряда по сравнению с подрывом без технического устройства составил более 25 раз.

ОЧИСТКА ДНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА ОТ НЕРАЗОРВАВШИХСЯ БОЕПРИПАСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА «АКВАЩИТ»



Рисунок 7 - полноразмерное устройство «Акващит» (а). Фотография устройств «Акващит», подготовленных к транспортировке на специализированный корабль «Игорь Ильин» (б)



Рисунок 8 – Юрий Кленов даёт интервью корреспонденту телеканала «Звезда» на корабле Игорь Ильин перед установкой устройства «Акващит» на место подрыва



Рисунок 9 – кадр из репортажа телеканала «Звезда». Подготовка к установке устройства «Аквацит» на место подрыва



Рисунок 10 – фотография подъёма устройства «Аквацит» краном для установки на месте подрыва

В конце ноября 2017 года военнослужащими Балтийского флота была проведена очистка дна Финского залива с использованием современной техники. Был использован специализированный корабль «Игорь Ильин» с

подводным роботом и устройствами «Акващит» (рисунок 8, рисунок 9) на борту. Оператор подводного робота находил мины на дне, после чего происходила закладка взрывчатого вещества и установка над миной и зарядом устройства «Акващит» (рисунок 10). Устройство применялось для защиты подводной фауны и снижения размера опасной зоны при подрыве.

Работу по обезвреживанию взрывоопасных предметов освещал телеканал «Звезда». Все найденные бомбы, снаряды и мины (рисунок 11) были успешно уничтожены, при этом величина амплитуды подводной ударной волны не превышала допустимых пороговых значений для морских обитателей в данном регионе.



Рисунок 10 – якорная мина 1908/39, контактная, съёмки подводным роботом с места подрыва

Таким образом, моряками Балтийского Флота с применением устройства «Акващит» были безопасно уничтожены взрывоопасные предметы времен Второй Мировой Войны, мешающие прокладке трубопровода «Северный Поток-2».