

На правах рукописи

Демчишин Михаил Денисович



**КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЛАЗНОГО
КОЛОКОЛА И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СПУСКОВ
ВОДОЛАЗОВ-ГЛУБОКОВОДНИКОВ**

**Специальность 05.11.14 Технология приборостроения,
по техническим наукам**

АВТОРЕФЕРАТ

**Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2003 г.

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении "Московская академия рынка труда и информационных технологий"
(ГОУ "МАРТИТ")

Научный руководитель: Кандидат технических наук, доцент
Резниченко Вячеслав Иванович

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор
Бойченко Юрий Павлович
кандидат технических наук
Боровиков Павел Андреевич

Ведущая организация: ГУП ЦНИИ им. А.Н.Крылова

Защита состоится «22» августа 2003 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 850.001.01 Московской академии рынка труда и информационных технологий по адресу: Москва, ул. Молодогвардейская, д. 46, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан «18» июля 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, профессор



Ю.И.Чересов

2005-4
15075

880979

3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

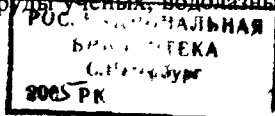
Актуальность темы. В последнее десятилетие в нашей стране резко сократились возможности проведения глубоководных водолазных работ, в связи с тем, что имеющаяся в эксплуатации глубоководная водолазная техника выработала свой ресурс, а отсутствие финансирования не позволяет проектировать и создавать новую. Ключевой составляющей успешного проведения таких работ является наличие специальных судов, оснащенных современной глубоководной водолазной техникой, и, что не менее важно средств и методов обеспечения безопасности водолазных спусков.

Интенсивное развитие водолазной техники за рубежом, с середины 70-х по середину 90-х годов прошлого века было вызвано широким размахом добычи полезных ископаемых (особенно газа и нефти) на морском континентальном шельфе, т.е. на глубинах до 400-500 м. В этот период усилия, главным образом, были направлены на увеличение глубины водолазных погружений и развития глубоководной техники в виде судовых водолазных комплексов и телеуправляемых или обитаемых подводных аппаратов.

Анализ отечественного опыта по разработке судовых глубоководных водолазных комплексов (ГВК) показал, что такие комплексы разрабатывались в единичных экземплярах: для судна «Свяига» Миннефтегазпрома СССР (ГВК "Акванавт" на рабочую глубину 300 метров), а по заказу ВМФ разрабатывался ГВК – 500 для спасательного судна пр. 543 (окончание работ в 1993 г.). Работы по которому прекратились из-за отсутствия источника финансирования

События последнего времени, гибель АПЛ «Курск», отсутствие должного аварийно-спасательного обеспечения по оказанию помощи ее экипажу, подтвердили актуальность и высокую значимость исследований по созданию новой водолазной техники в нашей стране.

В Российской науке и практике в создании глубоководной техники видное место занимают труды ученых, водолазных специалистов, инжене-



ров и врачей – специфизиологов. В их числе: В.М. Пашин, И.Д.Спасский, А.Ф.Маурер, С.Е.Буленков, А.Ф.Кобзарь, Н.А.Клименко, П.Н.Никольский, П.А.Максимихин, И.О.Цветайло, П.М.Грицай, В.А.Вишняков, А.И.Фигичев, Г.Б.Березин, В.П.Журавлев, В.Н.Реммер, Ю.Е.Ильяш, Б.В.Капустин, Г.И.Беленицин, Л.В.Нежмаков, П.А. Боровиков, А.Г.Клепацкий, Л.М.Солодков, А.Г.Храмов, В.С.Сластен, Л.А.Орбели, Е.М.Крепс, К.А.Павловский, М.П.Бресткин, З.С.Гусинский, И.А.Александров, Н.Т.Коваль, В.В.Смолин, В.А.Гриневич, Г.М.Соколов, И.И.Афанасьев, В.В.Семко, А.И.Лисовский, В.И.Ремизов, Л.Г.Медведев, Б.А.Нессирио, В.И.Советов, Б.Н.Павлов, А.И.Дмитрук.

Актуальность и необходимость дальнейшего совершенствования глубоководной водолазной техники, внедрение современных технологий в создание новейших образцов, средств и методов обеспечения безопасности водолазных спусков определили предмет, цель и задачи исследования.

Цель и задачи исследования. Цель предлагаемого исследования заключается в решении научной задачи по созданию технологии безопасности проведения глубоководных водолазных работ с использованием водолазных колоколов (ВК). Конечной целью исследования является решение задач:

- анализ отечественного и мирового опыта по созданию ВК (приборов и устройств, размещаемых в ВК), спускоподъемных устройств (СПУ);
- математическое моделирование для расчета нагрузок, обусловленных волнением моря, в упругих связях (канатах СПУ);
- выработка основных технических требований, предъявляемых к конструкции ВК, а также приборам и техническим устройствам, размещаемым в ВК, в соответствии с международными стандартами;
- внедрение современных технологий в разработку технических средств обеспечения безопасности глубоководных спусков для проведения подводно-технических работ.

Объектом исследования является водолазный колокол, приборы и технические устройства, размещаемые в ВК, спускоподъемное устройство ВК, как одна из основных частей глубоководного водолазного комплекса.

Предметом исследования являются конструктивные особенности водолазного колокола и технология его использования в целях обеспечения безопасности и эффективности спусков водолазов-глубоководников с рабочей глубиной до 450 метров, в соответствии с требованиями Регистра морского судоходства и Международных правил.

Методы исследования выбраны с учетом специфики решаемых задач, в области создания новой водолазной техники и совершенствования технологии производства глубоководных подводно-технических работ, на основе информационных технологий и системного анализа.

Предлагаемые автором исследования, методы и способы решения научно-технических задач, при оснащении ВК контрольно-измерительными приборами для поддержания заданных параметров газовой среды и микроклимата, могут быть отнесены к методологии решения задач по обеспечению жизнедеятельности водолазов-глубоководников, в технологии проведения глубоководных водолазных спусков.

На защиту выносятся следующие положения:

- принципы и методы решения задач по проектированию и созданию новых образцов ВК и СПУ, связанные с технологическим процессом эксплуатации ВК;
- технология работы водолазов-глубоководников с использованием ВК;
- оснащение ГВК контрольно-измерительными приборами;
- методика обеспечения безопасности проведения водолазных спусков методами кратковременных погружений (КП) и длительного пребывания (ДП);
- методика действий персонала при возникновении аварийных ситуаций при производстве глубоководных водолазных работ;

- методы по обеспечению безопасности глубоководных водолазных спусков с использованием технических средств доставки водолазов- глубоководников.

Научная новизна. Новизна работы состоит в решении научной задачи, связанной с разработкой конструктивных особенностей водолазных колоколов, (приборов и технических устройств, размещаемых в ВК), СПУ как одной из составных частей ГВК, с созданием технологии безопасности проведения глубоководных водолазных спусков; разработкой конкретных предложений по улучшению существующих основных параметров ВК, что позволит обеспечить конкурентоспособность новой водолазной техники, проектируемой и изготавливаемой в России, с рабочей глубиной до 450 метров.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обусловлена корректным использованием исходных данных, а также внедрением полученных научных результатов и подтверждена международным опытом при совместной работе Российских и иностранных водолазов на АПЛ "Курск" из условий глубоководного комплекса многоцелевого судна обеспечения (МСО) "Регалия" и специализированного судна "Майо".

При работе над диссертацией использованы проектно-конструкторская, эксплуатационная документация отечественных и зарубежных ГВК различных судов и плавсредств, требования Регистра СССР и Регистра Морского судоходства Российской Федерации, Международной морской организации ИМО, действующих в ВМФ и народном хозяйстве, руководящих и нормативных документов по проведению глубоководных спусков и их медицинскому обеспечению, а также материалы приемно-сдаточных испытаний и опытной эксплуатации отечественных и зарубежных ГВК.

Практическая значимость. Основные научные выводы и рекомендации, изложенные в работе, реализованы:

- в ПО «Добычи нефти и газа на море» в Республике Азербайджан, в вопросах обеспечения безопасности спусков водолазов-глубоководников и их действий в аварийных ситуациях;

- при проектировании и строительстве гипербарического Центра при Сахалинской областной больнице, в части оснащения контрольно-измерительными приборами по поддержанию заданных параметров газовой среды и микроклимата в барокамерах, при оказании помощи пострадавшим водолазам, доставляемых с морских объектов;

- при переоборудовании рыболовецкого судна в водолазное, в части устройств и конструкций некоторых образцов ВК и СПУ в «Водолазной компании» г. Южно-Сахалинска;

- некоторые положения диссертации внесены в учебные программы и используются в учебном процессе Школы подготовки водолазов при ГУ «Подводречстрой» Министерства Транспорта РФ г. Москва.

Реализация результатов работы. Представленные в работе результаты, получены автором при его непосредственном участии, т.к. его практическая деятельность связана с выполнением подводно-технических работ в ВМФ, Министерстве газовой промышленности СССР, Министерстве нефтяной и газовой промышленности СССР, НК Роснефть РФ по освоению континентального шельфа Дальневосточного региона разведочно-эксплуатационного бурения на нефть и газ, а также непосредственного участия в глубоководных водолазных спусках.

Апробация работы. Материалы исследования, составляющие содержание работы, докладывались и обсуждались на:

- Всероссийской конференции «Индифферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине» - Москва, ноябрь 1999 г.

- Учебно-методическом сборе с водолазными специалистами, офицерами-водолазами, врачами-специфизологами и старшими инструкторами-водолазами силовых структур России. – Санкт-Петербург, январь-февраль 2001 г.

- Российской конференции «Проблемы обитаемости в гермообъектах» – Москва, июнь 2001 г.
- Учебно-методическом сборе водолазных специалистов, врачей-специфизологов морских воинских частей внутренних войск МВД, Подводречстроя Минтранса России. – Москва, январь 2003 г.

Публикации материалов исследований. По теме исследования опубликовано: пять научно-технических отчетов по НИР, четыре печатных работы.

Объем и структура диссертации: Работа состоит: из введения, трех глав, заключения, библиографического списка использованной литературы (105 источников), приложений и рисунков. Работа содержит 166 страниц текста, включая 9 таблиц, 74 формул, 18 рисунков.

Содержание работы. Введение содержит обоснование актуальности темы, определения цели и задач исследования, научной новизны, основные научные положения, выносимые на защиту, научно-практическую значимость диссертационного исследования.

В первой главе анализируются основные зарубежные и отечественные глубоководные водолазные комплексы, технические средства глубоководных водолазных комплексов, которые применяются в ВМФ и народном хозяйстве, а также концепция развития водолазной техники.

Опыт создания водолазных колоколов отмечает великие имена Гомера, Аристотеля, Цицерона, Леонардо да Винчи, Александра Македонского, Эдмуна Галлея, которые в своем творчестве отдавали дань водолазному труду.

Глубоководные водолазные комплексы для проведения водолазных работ методом длительного пребывания (ГВК ДП) представляют собой сложное техническое оборудование, которое может использоваться как для спусков методом ДП, так и кратковременных пребываний (КП). В состав ГВК входит большое число узлов различных технических средств, совместное функционирование которых обеспечивает безопасное длительное пребы-

вание людей в искусственной гипербарической газовой среде и выполнение работ на заданных глубинах.

В настоящее время за рубежом имеется несколько сот ГВК. Они различаются между собой рабочим давлением и глубиной водолазных спусков, продолжительностью непрерывной работы, количеством размещаемых в барокамерах и ВК водолазов, числом барокамер, комплектацией и характеристиками систем жизнеобеспечения (СЖО) и т.д.

В последние годы для водолазного обеспечения морских месторождений нефти и газа на больших глубинах, используются технически совершенные глубоководные водолазные комплексы, размещаемые на специализированных водолазных судах или многоцелевых морских платформах. Один из судовых ГВК, размещенный на норвежском МСО «Регалия», использовался нашими и зарубежными водолазами в октябре-ноябре 2000 г. для работ, на затонувшей подводной лодке «Курск». ГВК МСО «Регалия» предназначен для проведения водолазных работ методом длительного пребывания на глубинах до 450 м

В нашей стране после многочисленных экспериментальных исследований в гидротанках, по проведению глубоководных водолазных спусков с использованием кислородно-гелиевых смесей (КГС), выполненных в предвоенные годы, сразу после окончания Великой Отечественной войны стала закладываться техническая база для экспериментальных и практических глубоководных водолазных спусков в морских условиях.

Первый отечественный глубоководный водолазный комплекс длительного пребывания для проведения не исследовательских, а практических спусков был установлен на спасательной подводной лодке и принят в 1976 г.

В 1976 г. по проекту ЦКБ "Лазурит" (главный конструктор проекта - Леонтьев Б.А.) под наблюдением от ВМФ (Мастушкин В.Ф.) и от 40 НИИ МО (Алексеев И.Н. и Голдобин Б.М.) создана спасательная подводная лодка пр. 940, оборудованная комплексом ДП и предназначенная для

обеспечения повседневной деятельности подводных лодок. Головная СПЛ пр. 940 вступила в строй в 1976 г. на Тихоокеанском флоте, вторая - в 1979 г. на Северном флоте.

В восьмидесятих годах были построены уникальные по своим возможностям многоцелевые спасательные суда проекта 537 - «Эльбрус» (1980 г.) и «Алагез» (1989 г.). На каждом судне имелся глубоководный водолазный комплекс ГВК-250, базировались 4 обитаемых подводных аппарата и 1 дистанционно управляемый необитаемый подводный аппарат. Подруливающие устройства судов обеспечивали их устойчивое удержание на глубинах до 2000 м, а якорное устройство - стоянку на глубинах до 6000 м.

В народном хозяйстве страны для проведения глубоководных водолазных спусков методами КП и ДП в 1980-х - начале 1990-х гг. использовались импортные глубоководные водолазные комплексы, поставленные французской фирмой «КОМЭКС» и английской фирмой «Сифорс». На (рис.1) представлен современный водолазный комплекс.

Дальнейшее развитие водолазной техники невозможно без выполнения большого комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. К числу этих работ относится: гипербарические технологии; изучение воздействия на человеческий организм высоких давлений, в том числе воздействия различных газовых смесей; разработка систем жизнеобеспечения и средств контроля за их функционированием на больших глубинах; создание новых видов и типов водолазного снаряжения; разработка разнообразных средств обеспечения водолазных спусков и ведения подводных работ на больших глубинах.

Современное водолазное снаряжение при наличии водолазных колоколов и подводных аппаратов должно обеспечивать только выход водолазов в воду на несколько часов. Но решение этой ограниченной задачи оказалось достаточно трудным, кроме того, современные образцы снаряжения сложны в использовании и не всегда обеспечивают полную безопасность.

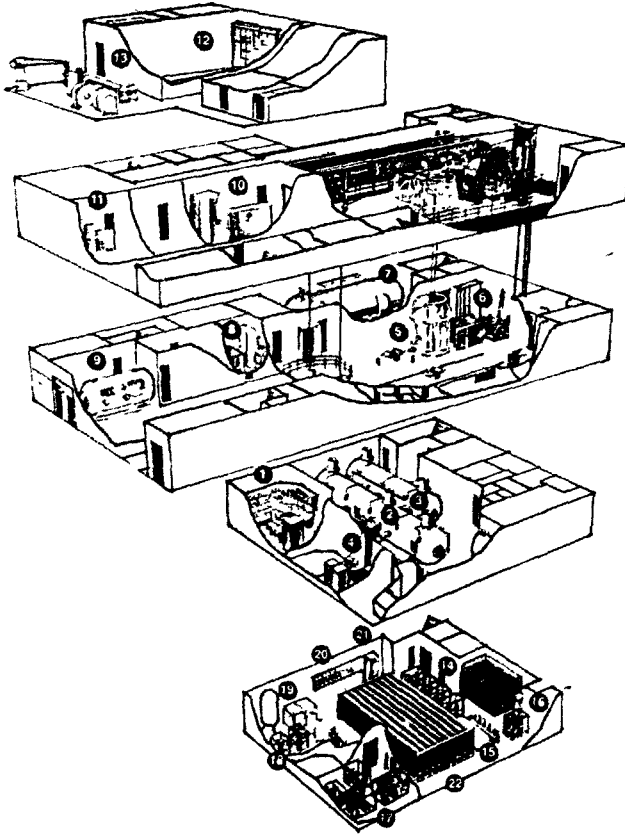


Рис. 1. Схема современного водолазного комплекса: 1 – пульт управления; 2 – трехотсечная декомпрессионная барокамера (ДБ) на 6 человек; 3 – одноотсечная ДБ на 6 человек; 4 – комната медицинского обследования; 5 – погружная ДБ (ПДБ); 6 – лебедка для ПДБ; 7 – гипербарический спасательный бот; 8 – компрессор низкого давления; 9 – стационарная станция снабжения воздухом; 10 – пульт контроля за погружением; 11 – пульт контроля снабжения воздухом; 12 – центр контроля СПУ; 13 – кислородное хранилище; 14 – система жизнеобеспечения (СЖО); 15 – оборудование для очистки газов из водолазного колокола; 16 – оборудование для очистки газов и ДБ; 17 – компрессорная; 18 – подогреватели воды для водолазов; 19 – центральный блок управления; 20 – газораспределительная панель; 21 – газовый смеситель; 22 – газовое хранилище.

Необходимое оборудование для глубоководных спусков, судовые водолазные комплексы изготавливают на достаточно высоком техническом уровне. Они способны обеспечить спуски водолазов на любые доступные глубины. Поэтому в конструкциях жилых (декомпрессионных) камер, переходных отсеков и их оборудования в ближайшие годы не следует ждать существенных изменений. Единственное, что с увеличением глубин спусков будет повышаться, - прочность камер и их рабочее давление.

Водолазные колокола, являющиеся частью комплекса, будут совершенствоваться в части оснащения приборами и техническими устройствами. Проектируются и создаются полностью автономные водолазные колокола, имеющие достаточные запасы газовых смесей и пульта управления для обеспечения выхода водолазов в воду, на весь допустимый на глубине спуска срок.

В дальнейшем следует ожидать, что в зависимости от характера работ, с увеличением глубин спусков, будут созданы два типа колоколов: первый – снабжаемый газами и энергией с судна, но имеющий аварийные запасы, а второй – полностью автономный.

Во второй главе рассматриваются устройства и конструкции некоторых образцов ВК, методика обоснования технических требований к конструкции СПУ. Даются рекомендации по применению контрольно-измерительных приборов в ВК, определены технические требования к ВК (приборам и техническим устройствам, размещаемым в ВК), в соответствии с международными стандартами с рабочей глубиной до 450 метров.

Водолазный колокол является неотъемлемой частью любого палубного водолазного комплекса, предназначенного как для кратковременных спусков, так и для спусков в режиме насыщения.

По принципу действия, существующие ВК можно разделить на три основных типа: открытые (сообщающиеся с водной средой), закрытые, способные выдерживать избыточное давление только изнутри; закрытые,

способные выдерживать как положительный, так и отрицательный перепад давления.

За рубежом открытые ВК имеют различные конструктивные решения и используются для спусков на глубины до 60-90 м, особенно при сильном течении. Они совмещают в себе достоинства комфортабельной водолазной беседки и подводного убежища при пребывании водолаза на грунте и во время остановок декомпрессии

Современные зарубежные закрытые ВК обычно представляют собой цилиндр высотой около 2,4 м и диаметром 1,5 м, вмещающий двух водолазов и одного оператора в полном снаряжении. После подъема на палубу, ВК стыкуются с палубными декомпрессионными камерами посредством фланцевых соединений на болтах или с помощью кремальберных запоров. Проведение водолазных спусков с использованием закрытого ВК имеет целый ряд преимуществ по сравнению с открытыми колоколами и особенно эффективно на глубинах более 75 м.

Закрытые водолазные колокола, способные выдерживать положительные и отрицательные перепады давления, имеют ряд преимуществ по сравнению с колоколами, способными выдерживать только избыточное давление. Такие ВК обычно применяются на плавучих буровых установках.

Водолазные колокола модели ТК-200 фирмы «Дрегер» (ФРГ) предназначены для обеспечения водолазных спусков на глубины до 200 м, имея внутреннее и внешнее рабочее давление 2 МПа (20 кгс/см²). Фирма выпускает четыре образца колоколов этой модели, отличающихся системой газоснабжения, устройством для спуска и наличием выходных люков.

Фирма «КОМЭКС» создала несколько водолазных колоколов на рабочее давление 1, 2 и 3 МПа (10, 20 и 30 кгс/см²). Отличительная особенность этих колоколов - наличие автономной системы газоснабжения из батареи баллонов, располагаемых снаружи ВК, а также то, что колокола можно использовать и как наблюдательные камеры с сохранением внутри нормального давления. (Рис 2).

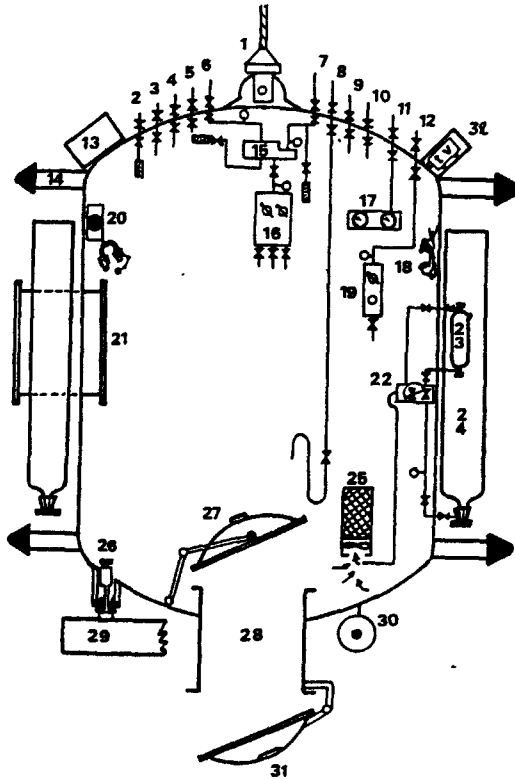


Рис. 2 Схема размещения приборов и технических устройств внутри и снаружи ВК:

1 - сбрасываемый цоколь с несущим тросом, 2 - подача газовой смеси с поверхности, 3 - клапан быстрого стравливания смеси из ВК, 4 - клапан стравливания газовой смеси через кабель-шланговую связку (КШС) ВК, 5 - подача газовой смеси на анализаторы щита управления ВК барокамерой, 6 - подача газовой смеси в ВК через КШС, 7 - подача газовой смеси из аварийных баллонов ВК, 8 - стравливание смеси через 5-образное колено, 9 - шланг для измерения глубины, на которой находится 1-й водолаз, 10 - шланг для измерения глубины, на которой находится 2-й водолаз, 11 - шланг для измерения давления в ВК, 12 - баллон с газовой смесью для дыхания оператора ВК, 13 - электрощит, 14 - ограждение ВК, 15 - клапан для автоматического переключения дыхания водолазов дыхательной смесью из аварийных баллонов ВК, 16 - щит дыхания водолазов, 17 - глубиномер и манометр, 18 - безбатарейный телефон, 19 - щит дыхания оператора ВК, 20 - телефон оператора ВК для связи с руководителем спуска, 21 - боковой люк, 22 - клапаны для подачи кислорода из баллона ВК в водолазный колокол через демпферный баллон, 23 - 6-литровый демпферный малолитражный кислородный баллон, 24 - 50-литровый кислородный баллон, 25 - система очистки газовой среды от CO_2 , 26 - устройство для сбрасывания балласта ВК вручную, 27 - внутренняя крышка нижнего люка, 28 - нижний люк ВК, 29 - сбрасываемый балласт, 30 - прожектор, 31 - наружная крышка нижнего люка, 32 - телевизионная камера.

Табл. 1. Характеристики водолазных колоколов отечественного производства, применяемые для кратковременных погружений

Показатели	Единицы измерения	ВК при кормовом расположении СПУ	ВК при бортовом расположении СПУ
Диаметр внутренний	мм	1400	1544
Длина	мм	2665	2670
Внутреннее рабочее давление	МПа (кгс/см ²)	1 (10)	1 (10)
Внутренний объем	м ³	3,5	4,4
Диаметр входного люка в свету	мм	700	770
Масса ВК с оборудованием над водой	кг	1470	3000
Масса ВК с платформой, траверсой и водолазами над водой	кг	4325	5420
Отрицательная плавучесть в воде	кгс	200-250	200-250
Вместимость водолазов в снаряжении	чел.	2	3
Вместимость без снаряжения	чел.	4-5	6-7

ВК оборудован следующими системами обеспечения жизнедеятельности: системой газоснабжения, системой очистки газовой среды, системой контроля состава газовой среды, системой обогрева ВК и водолазов, системой связи и телевидения.

Электроэнергия для питания оборудования ВК подается с судна по кабелю, находящемуся в составе КШС ВК

Спускоподъемное устройство ВК предназначено для захвата, удержания и фиксации ВК в заданном положении, транспортировки ВК от камеры к месту спуска и обратно, спуска ВК по направляющим тросам к месту работы водолазов и последующего подъема.

СПУ размещают на судах в их кормовых частях (кормовые) и по бортам (бортовые) или над шахтами в середине судна (шахтные). В состав СПУ входят несущие конструкции (фермы, стрелы, балки) и силовые лебедки с тросами, а также различные вышки для шлангов и кабелей.

Особенностью работы СПУ является и то, что она может протекать в условиях качки судна. Поэтому суда обычно снабжаются амортизаторами

различных конструкций, уменьшающими возможные рывки спускового троса.

Управление спуском, подъемом и стыковкой ВК с барокамерой осуществляется дистанционно с пульта управления СПУ, как правило, из специального помещения, находящегося у места спуска.

При подводном приеме ВК практически полностью устраняется влияние волнения, на поднимаемый ВК. Это объясняется тем, что траектории движения частиц воды на глубине H – являются приближенно радиусом $r = ae^{-kH}$, где a – амплитуда волны на поверхности; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ частота формы волны, λ – длина волны, так при волнении 3 балла при длине волны $\lambda = 30$ м и амплитуде волны 3%-ой обеспеченности $Q=0,62$ м. На глубине $H=15$ м радиус траектории движения частиц воды $r = 0,026$ м., то есть в 24 раза меньше по сравнению с амплитудой поверхностной волны. На глубине же, равной длине волны, этот радиус составляет $r = \frac{Q}{535}$, т.е. ничтожен по сравнению с амплитудой поверхностной волны.

Изложенное выше говорит о том, что на глубине 20-30 м (в зависимости от волнения моря) практически полностью устраняется влияние поверхностного волнения, на поднимаемый водолазный колокол, а относительные перемещения грузозахватного органа СПУ и ВК практически равны абсолютным перемещениям грузозахватного органа СПУ, вызываемого только качкой судна.

Если компенсировать вертикальные колебания грузозахватного органа СПУ, вызываемой качкой судна, то процесс стыковки и отстыковки ВК и грузозахватывающего органа СПУ будет безопасным. Практическое подтверждение данного предложения можно найти в системе спуска и подъема водолазного колокола норвежского МСО "Регалия", где спуск и подъем водолазных колоколов производится в шахты, которые расположены по правому борту судна с глубиной заглубления 14 м.

Расчеты на прочность металлоконструкций, механизмов и съемных деталей СПУ должны производиться на статическую и динамическую нагрузки. Допустимые напряжения при расчете на статическую нагрузку принимается равным $0,4 \sigma_T$, на динамическую $0,8 \sigma_T$ (σ_T – предел текучести материала).

Упругие связи СПУ (канаты) являются гибкими нитями, практически не способными воспринимать сколь-нибудь заметные сжимающиеся усилия. Они работают только на растяжение.

При проведении спускоподъемной операции упругие связи СПУ испытывают нагрузки, соответствующие их положительному натяжению, в течение всего процесса спуска, отстыковки, стыковки и подъема. При этом эти динамические нагрузки периодически (в соответствии с периодом колебаний) меняются по величине.

Нагрузки в гибких связях также действуют при перемещении объекта от качки судна – носителя. Уравнение вертикальных перемещений (колебаний) объекта (грузозахватного органа – платформы, ВК в подводном положении):

$$(m_2 + \lambda_2) \ddot{\xi}_2 + N \ddot{\xi}_{2\text{экр}} + C \text{ пр} (\ddot{\xi}_2 - \ddot{\xi}_1) = D_2 - \gamma V_2 - T_0, (1)$$

где m_2 , λ_2 – масса и присоединенная масса воды (грузозахватного органа – платформы, ВК) соответственно; $N \ddot{\xi}_{2\text{экр}}$ – линеаризованный коэффициент сопротивления при вертикальном движении объекта; $C \text{ пр}$ – приведенная жесткость упругой связи между судном и объектом (грузозахватным органом, ВК) с учетом жесткости канатов и амортизаторов; D_2 и V – вес и объем объекта (грузозахватного органа, ВК) соответственно; γ – удельный вес воды; T_0 – начальное натяжение в упругой связи (когда объект висит под действием силы тяжести при отсутствии качки судна); ξ_2 – вертикальное перемещение точки крепления упругой связи на объекте, ξ_1 – вертикальное перемещение крепления упругой связи на судне.

Другим видом нагрузок в упругих связях СПУ являются нагрузки, которые возникают в них в тех случаях, когда на какое-то время усилия в упругих связях (канатах) исчезает, т.е. в них образуется слабина, а затем происходит резкое нарастание усилий. Это усилие, обусловлено рывком. Теоретически рывок возникает в том случае, когда жесткость упругих связей значительна и не позволяет гасить колебаний объекта, а скорость и ускорение его погружение меньше скорости и ускорения вертикальных колебаний точки крепления упругой связи на судне-носителе.

При этом, рывок возникает в момент перехода движения точки крепления упругой связи СПУ на судне, с движения вниз на движение вверх. Таким образом, обеспечение положительного натяжения в упругих связях СПУ является условием обеспечения в них рывка.

При отсутствии качки (на тихой воде) и движения объекта натяжение T_0 в упругих связях СПУ округляется выражением:

$$T_0 = D_2 - \gamma V_2, \quad (2)$$

где D_2 - водоизмещение объекта (грузозахватного органа платформы, ВК)
 V_2 - объем объекта (грузозахватного органа – платформы, ВК).

При наличии качки судна динамическая часть натяжения в упругих связях СПУ определяется выражением:

$$\Delta T + C_{\text{пр}}(\xi_2 - \xi_1). \quad (3)$$

В дисперсии динамической части натяжения в упругих связях СПУ определяется выражением:

$$\Delta T = \int_0^{\infty} \Phi \xi (i\omega)^2 / \Phi \xi_1 - \Delta T^2 \int \xi(\omega) d\omega, \quad (4)$$

где модель амплитудно-частотной функции $\Phi \xi_1 \Delta(\omega)$ определяется выражением

$$\Phi \xi T(i\omega) = C_{\text{пр}} \sqrt{\frac{\omega^4 + 4n^2\omega^2}{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}} \quad (5)$$

Среднее значение динамической части натяжения в упругих связях СПУ

$$\bar{T} + 1,25\sqrt{D_2 T} \quad (6)$$

Среднее же значение натяжения в упругой связи СПУ:

$$\text{Минимальное } \bar{T}_{\min} = T_0 - 1,25 \sqrt{D_{\Delta}} T \quad (7)$$

$$\text{Максимальное } \bar{T}_{\max} = T_0 + 1,25 \sqrt{D_{\Delta}} T \quad (8).$$

Экстремальные натяжения в упругой связи СПУ:

$$T_{\min} = T_0 - 3 \tau_{\Delta} T \quad (9)$$

$$T_{\max} = T_0 + 3 \tau_{\Delta} T \quad (10)$$

где $\tau_{\Delta} T$ - среднеквадратическое отклонение динамической части усилия ΔT

$$\tau_{\Delta} T = \sqrt{D_{\Delta}} T \quad (11)$$

Предлагается следующий порядок расчета усилий в упругих связях СПУ на нерегулярном волнении.

Предварительно, методами теории корабля определяется спектральная плотность вертикальных колебаний точки крепления упругой связи на судне $\int \xi_1(\omega)$, от качки судна в условиях волнения заданной балльности.

По графикам определяется присоединенная масса воды объекта (грузозахватного органа ВК), в зависимости от частоты колебаний - ω в зави-

симости от безразмерного коэффициента $\frac{\omega^2 \sqrt{\int \tau}}{g}$ или $\frac{\omega^2 \xi_{20}}{g}$

Вначале рассчитывается модуль амплитудно-частотной характеристики динамической части натяжения в упругих связях СПУ, с учетом конструктивных особенностей СПУ, приведенной жесткости упругих связей СПУ - $C_{\text{СПР}}$; массы m_2 и присоединенной массы воды λ_2 (грузозахватного органа платформы, ВК) и т.д.

Затем находится среднее значение динамической части натяжения в упругих связях СПУ; затем - среднее значение натяжений в упругих связях - канатах СПУ (максимальные и минимальные); а затем - минимальные и максимальные (минимально и максимально возможные) усилия в упругих связях СПУ.

Для обеспечения жизнедеятельности водолазов-глубоководников при нахождении в барокамерах и ВК определяют основные требования к составу основных компонентов газовых сред, которые должны контролироваться в гипербарических условиях. В первую очередь это касается контроля содержания кислорода, который имеет крайне узкий диапазон значений. Верхний предел ограничен вероятностью токсического, а нижний - гипоксического воздействия на организм человека. Причем, с увеличением глубины этот диапазон практически обратно пропорционально сужается. Повышение любого из них на весьма незначительную величину в любую сторону, может привести к существенным нарушениям функционального состояния организма водолазов – глубоководников.

При нормировании содержания диоксида углерода CO_2 во вдыхаемой среде, необходимо исходить из принципа, что границы его концентрации не должны выходить за пределы, обеспечивающие высокий уровень физио-логической компенсации. В настоящее время установлен норматив по содержанию данного газа не более 1% для спусков методом КП, для спусков методом ДП при нахождении в барокамерах 0,5 %, при нахождении ВК 1% приведенного к нормальному давлению.

Вместе с тем, важнейшей областью научного интереса исследователей, занимающихся гипербарической физиологией, в последнее время, становится получение сведений о токсическом действии разнообразных вредных веществ в газовой среде барокамер и ВК. Действие большинства выделяемых веществ в отдельности, а тем более в комплексе, специально для проблемы пребывания человека под повышенным давлением, еще остается достаточно нерешенным вопросом.

По современному состоянию технических проработок в этом направлении наиболее перспективными являются системы хроматографии, масс-спектрометрии и хромато-масс-спектрометрии, которые позволяют анализировать состав газовой среды по всему диапазону, включая микропримеси различной химической природы.

Контроль содержания кислорода, диоксида углерода, гелия, температуры и относительной влажности каждого отсека барокамеры должен проводиться непрерывно в течение всего времени пребывания водолазов под давлением.

Совершенствование водолазной техники связано с коренными изменениями в технологическом процессе ее изготовления, либо в технологическом процессе эксплуатации.

Вопросы создания ВК нового поколения предусматривают разработку технических требований к ВК, в соответствии с международными стандартами, с рабочей глубиной до 450 метров.

Водолазный колокол представляет собой сосуд высокого давления, предназначенный для доставки водолазов к объекту работы и обратно. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность его использования для спусков под воду операторов (наблюдателей) в режиме наблюдательной камеры в условиях нормального давления внутри ВК, а также применения в качестве спасательного средства для экстренной эвакуации с плавсредства водолазов, находящихся под давлением.

В состав ВК должны входить корпус, люки, иллюминаторы, устройство спуска, подъема и аварийного всплытия, системы жизнеобеспечения, электрооборудование, средства связи и телевидения. Состав устройств и систем ВК должен устанавливаться в техническом задании на ГВК.

Рабочее давление P_p – наибольшее давление, до которого должна быть обеспечена нормальная эксплуатация ВК. Число нагружений внутренним давлением ограничено так же, как и число погружений на рабочую глубину.

При подсчете допустимого, из этого условия (1000) условного числа погружений $R_{\text{усл}}$ по числу погружений ВК на различные глубины следует использовать формулу:

$$R_{\text{усл}} = \sum_1^n H_i \left(\frac{H_i}{H_p} \right)^m \leq 1000 \quad (12)$$

где H_i – наибольшая глубина узкого диапазона глубин, например, от $0,8 H_p$ до $0,9 H_p$; n_i – число погружений в узком диапазоне глубин; m_i – показатель степени, равный

$$m_i = \frac{3}{2 \frac{H_i}{H_p} + 1} \quad (13)$$

ведется по всем диапазонам глубин.

Испытанное давление P_i – наибольшее давление, которым проводится испытание конструкции после ее постройки и периодически во время эксплуатации, для гарантии безопасности работы при рабочем или специфическом давлении.

Критическое давление P_k – внешнее давление, при котором может произойти разрушение корпуса или его элементов при однократном нагружении.

Расчетное внешнее давление, действующее на ВК при погружении, должно определяться по формуле:

$$P = \frac{H_p + \Delta H}{100} \quad (14)$$

где H_p – рабочая глубина погружения, H – запас по глубине (м) на случайное переуглубление. Если другое значение специально не обосновано, рекомендуется принимать $\Delta H \geq 50$ м. При назначении H для ВК следует рассматривать аварийные ситуации.

Допускаемые напряжения, растяжения $[\tau_p]$ для корпусов ВК, нагруженных внутренним давлением, принимаются равными наименьшим из величин:

$$[\tau_p^0] = \min\left(\frac{R_e H}{n_t} - \frac{p}{2}; \frac{R_m}{n_b} - \frac{p}{2}\right) \quad (15)$$

Коэффициент безопасности n_B принимается равным 2.4. Коэффициент безопасности n_T для ВК должен определяться по формуле:

$$n_T = 1.5 + \frac{ReH - 400}{400} \leq 2,0 \quad (16)$$

где второе слагаемое учитывается при $ReH > 400$ МПа. При получении по формуле $n_T > 2,0$ следует принимать $n_T = 2,0$.

Местные мембранные τ_M и суммарные τ^e :

$$[\tau_p^m, \tau_p^c] = 1,2 [\tau_p^c] \quad (17)$$

При наличии в какой-то точке корпуса, нагруженного внутренним давлением, действующих в разных направлениях напряжений разного знака (растяжений τ_p и сжимающих τ_c) при $|\tau_c| > P$,

должны выполняться условия:

$$[\tau_p^0] + [\tau_c^M] \leq \frac{ReH}{n_i}; \frac{Rm}{n_b} \quad (18)$$

$$[\tau_p^M] + [\tau_c^M] \leq \left(\frac{ReH}{n_i}; \frac{Rm}{n_b} \right) \quad (19)$$

$$[\tau_p^C] + [\tau_c^C] \leq \left(\frac{ReH}{n_i}; \frac{Rm}{n_b} \right) \quad (20)$$

где n_b и n_T назначается, как указано ранее.

При $|\tau_0| \leq P$ влияние сжатия не учитывается.

Допустимые напряжения для корпусов ВК нагруженных внешним давлением:

общие мембранные $[\tau^0]$;

$$\text{сжимающие } [\tau_c^0]; \quad [\tau_c^0] = \frac{ReH}{r_{ic}} \quad (21)$$

$$\text{растягивающие } [\tau_p^0]; \quad [\tau_p^0] = \frac{ReH}{n_{ip}} \quad (22)$$

$$\text{местные мембраны } [\tau^M]; \quad [\tau^M] = 1,1 [\tau^0] \quad (23)$$

$$\text{суммарные } [\tau^c]; \quad [\tau^c] = 1,2 [\tau^0] \quad (24)$$

Коэффициенты безопасности принимаются равными: $n_{\tau_c} = 1,5$; $n_{\tau_p} = 2,0$.

При наличии в каком-то сечении корпуса, нагруженного внешним давлением, напряжений разного знака (растягивающих τ_p и сжимающих τ_c) должны выполняться условия:

$$\tau_p \leq [\tau_p]$$

$$[\tau_p] + [\tau_c] \leq [\tau_c] \quad (25)$$

Внутри ВК должно быть размещено оборудование, часть которого относится к элементам систем жизнеобеспечения.

В третьей главе автором предложен комплекс технологических мероприятий по безопасности спусков водолазов-глубоководников, в т.ч. методы работы с использованием водолазного колокола, система аварийного обеспечения в ВК, определены гигиенические требования к составу и размещению оборудования ВК, даны результаты внедрения исследования.

При выполнении глубоководных водолазных спусков должно быть обеспечено соблюдение руководящих нормативных документов, регламентирующих порядок проведения глубоководных водолазных спусков, их медицинское обеспечение и меры безопасности.

Под глубоководными водолажными спусками, методом кратковременных погружений (методом КП), понимаются спуски из условий нормального давления окружающей воздушной среды на глубины более 60 м. С временем пребывания под водой или, под повышенным давлением газовой среды барокамер, менее времени полного насыщения тканей организма индифферентными газами и возвращение в те же условия по режиму декомпрессии. Существующая водолазная техника позволяет проводить глубоководные водолазные спуски методом КП на глубины до 200 м, с временем пребывания на грунте не более 2 ч.

Метод длительного пребывания (метод ДП) характеризуется тем, что водолазы-глубоководники длительное время (от 1 суток до месяца), живут в специально оборудованных барокамерах под давлением, равным давлению столба воды у места водолазных работ, с помощью ВК доставляются к месту работ под водой. После окончания подводной работы водолазы-глубоководники заходят в ВК, поднимаются с его помощью на поверхность и переводятся под неизменным давлением в барокамеру для отдыха. Декомпрессия проводится один раз после окончания подводно-технических работ.

В отличие от спусков методом кратковременных погружений водолазы-глубоководники могут ежедневно работать под водой до 4-5 ч, в зависимости от глубины спуска без проведения декомпрессии.

Помимо указанного способа спуска водолазов к месту работы под водой из условий ДП, могут проводиться спуски методом бездекомпрессионных погружений и методом экскурсионных погружений, при которых водолазы могут работать на грунте до 2 ч.

Способ бездекомпрессионных водолазных погружений из условий ДП позволяет осуществлять спуски водолазов в ВК на глубины, превышающие исходное давление в барокамере, и возвращать их с грунта в барокамеру после подъема в ВК на поверхность, и снижения давления в нем до исходного давления в барокамере, без соблюдения режима декомпрессии.

Способ экскурсионных водолазных погружений из условий ДП позволяет производить спуск водолазов в ВК на грунт до глубины, превышающей исходное давление в барокамере, и возвращать их с грунта в барокамеру путем подъема в ВК на поверхность, и последующего снижения в нем давления до исходного давления в барокамере, с соблюдением соответствующего режима декомпрессии.

Водолазные спуски в России методом ДП, с использованием кислородно-гелиевой среды (КГСр), освоены во всем диапазоне глубин от 0 до

300 м и с использованием кислородно-азотной-гелиевой среды (КАГСр) - на глубины от 0 до 40 м.

Водолазные спуски методом бездекомпрессионных погружений с использованием ВК, проводятся на глубины до 300 м.

Экскурсионные водолазные спуски из условий ДП проводятся с «глубины» проживания 0,5 до 1,5 МПа (от 5 до 15 кгс/см²) на рабочие глубины до 210 м, с экспозициями на грунте 60, 90 и 120 мин.

В спуске ВК в режиме наблюдательной камеры (НК) могут участвовать одновременно 2 или 3 человека. К исполнению обязанностей наблюдателей могут привлекаться как водолазы, так и специалисты других специальностей.

Аварийная система жизнеобеспечения ВК должна обеспечивать пребывание в них водолазов в течении не менее 24 часов, подачу газовой смеси одновременно не менее чем двум водолазам и оператору ВК. Переход с подачи рабочей газовой смеси на подачу аварийной газовой смеси должно осуществляться автоматически не более чем за 1 мин. Система обеспечения аварийного всплытия приводится в действие водолазами, находящимися внутри ВК.

Состав внутреннего оборудования (приборов и технических устройств) водолазного колокола и его размещение должны обеспечивать спуски водолазов на глубины до 450 м.

При спусках водолазов методом КП на глубины от 61 до 200 м для заполнения ВК используются кислородно-азотно-гелиевые смеси (КАГС), химический состав которых, отвечает установленным требованиям.

В период нахождения ВК у места водолазных работ при проведении спусков методом длительного пребывания, по правилам России, содержание кислорода в газовой среде ВК должно поддерживаться в пределах 30-50 кПа (0,3-0,5 кгс/см²).

Зарубежные специалисты, согласно руководства The Diving Medical Advisory Committée, при спусках методом ДП используют гелиокислород-

ные смеси следующего состава для глубин: от 0 до 60 метров – 80/20% HeO_2 ; от 60 до 120 метров – 95/5% HeO_2 ; от 120 до 400 метров – 97/3% HeO_2 . По мнению Российских специалистов процентное содержание кислорода от 300 до 400 метров несколько завышено.

Автором диссертации предложены и внедрены следующие системы в области совершенствования водолазного колокола: в т.ч. система жизнеобеспечения; система газоснабжения ВК; система газоснабжения водолазов; система аварийного газоснабжения; система обогрева; система очистки газовой среды ВК; система поддержания кислорода в среде ВК; система затопления ВК; система осушения ВК; система контроля состояния давления в ВК и водолазов; система электроснабжения (основная и аварийная); система поддержания жизнедеятельности в аварийных ситуациях.

В виду того, что методологические материалы по глубоководной водолазной технике в настоящее время значительно устарели, автором были доработаны следующие рекомендации и методики с учетом практических глубоко-водных спусков автора, экспериментальных проверок в береговых условиях:

1. Рекомендации по оснащению водолазных комплексов контрольно-измерительными приборами и техническими устройствами.
2. Основные технические требования предъявляемые к конструкции ВК, в соответствии с международными стандартами, с рабочей глубиной до 450 м.
3. Методика действий водолазов-глубоководников при возникновении аварийных ситуаций.
4. Технология проведения глубоководных спусков методом кратковременных погружений (КП) и длительного пребывания (ДП).
5. Методика аварийной эвакуации водолазов.

После выработки ресурса судов с глубоководными водолажными комплексами и прекращения должного финансирования в РФ данного направ-

ления, аварийно-спасательная служба ВМФ не располагала необходимыми судами аварийно-спасательного обеспечения на Северном флоте.

В связи с чем, Правительство России было вынуждено обратиться к иностранным компаниям за помощью для проведения аварийно-спасательных операций на затонувшей подводной лодке (ЗПЛ) "Курск". В ходе первой операции было задействовано норвежское судно «Staway Eaqie», а на второй стадии – норвежская полупогружная платформа «Regalia (Regalia). При судоподъемных работах было использовано водолазное судно «Майо» (DSV "MAYO") шотландской компании DSND. Все вышеуказанные суда, оборудованы глубоководными водолазными комплексами, с рабочей глубиной до 450 метров, системами динамического позиционирования.

Глубоководные водолазные комплексы, которыми оборудованы эти суда, отвечают современным международным требованиям ИМО, имеют по два водолазных колокола, сходных по техническим данным. Возможности ГВК судов позволили организовать на объекте круглосуточную работу водолазов-глубоководников на глубине 108 метров, независимо от состояния моря и погоды.

Аварийно спасательные работы на ЗПЛ "Курск" выполнялись методом насыщенных погружений (ДП), предложенного в диссертации, что подтверждает эффективность данного метода.

Заключение.

В процессе исследований по теме получены следующие научные результаты:

1. Дана комплексная оценка средствам доставки водолазов как составной части глубоководных водолазных комплексов и на основании этого определены направления совершенствования ВК.

2. Разработана математическая модель для расчета нагрузок под воздействием стационарного случайного возмущения, обусловленного волнением моря в упругих связях (канатах) СПУ.

3. Разработаны технические требования к спускоподъемным устройствам ВК, что позволяет осуществлять подводный прием ВК, производить спуско-подъемные операции в экстремальных условиях при волнении моря до 7-8 баллов.

4. Исследованы устройства и конструкции отечественных и зарубежных образцов ВК, выработаны основные технические требования к ВК, в соответствии с международными стандартами, с рабочей глубиной до 450 метров, соответствующих международному уровню. Это позволит применять более экономичный метод длительного пребывания (ДП) для повышения эффективности подводно-технических работ.

5. Разработаны методические рекомендации по оснащению ГВК контрольно-измерительными приборами и техническими устройствами для поддержания заданных параметров газовой среды и микроклимата, что дает возможность на всем продолжении глубоководного спуска снимать их показания.

6. Предложены высокие технологии по обеспечению безопасности глубоководных спусков с использованием ВК, для проведения подводно-технических и аварийно-спасательных работ, что значительно повышает защиту водолазов-глубоководников в экстремальных условиях гипербарической среды и позволяет проводить подводные работы с высокой эффективностью.

7. Разработана система аварийного обеспечения в ВК и методика действий водолазов-глубоководников при возникновении аварийных ситуаций.

8. Предложена методика по конкретным действиям персонала в случае возникновения аварийных ситуаций при производстве глубоководных водолазных работ.

9. Определен состав внутреннего оборудования ВК и обоснованы требования к его размещению.

10. Предложена технология водяного обогрева ВК и водолазов, что позволяет осуществлять водолазные работы без переохлаждения, в комфортных условиях с температурой окружающей воды до -2° , в течении 4-5 часов и более.

11. Предложена конструкция ВК, которая обеспечивает современным ВК самостоятельное аварийное всплытие (в 2-х вариантах) и нахождение водолазов в колоколе до 24 часов, в случае возникновения аварий с невозможностью подъема ВК на поверхность.

12. Предложена система очистки газовой среды внутри ВК от диоксида углерода и дополнительной подачи кислорода на всем протяжении спуска.

13. Предложена технология дыхания водолазов по полузамкнутой схеме, что обеспечивает экономию используемого дорогостоящего гелия до 30-40%; по замкнутой схеме экономия гелия – до 90%.

14. Новая конструкция ВК дает возможность осуществлять спуски без давления внутри колокола в режиме наблюдательной камеры, что весьма важно для выбора технологии проведения подводно-технических работ.

Таким образом, выполненные в настоящей диссертационной работе теоретические исследования и практическое внедрение результатов, позволяют производить расчеты основных параметров при проектировании водолазных колоколов, приборов 4-5 поколения, технических устройств, размещаемых в ВК и спускоподъемных устройств ГВК, что соответствует п. 8 Инструкции ВАК.

Работы опубликованные по теме диссертации.

1. Демчишин М.Д. Водолазно-медицинское обеспечение разведочно-го бурения на континентальном шельфе. Материалы Всероссийской конференции "Индеферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине" (статья). М., Из-во фирмы "Слово", 2000 г., 0,5 п.л.

2. Смолин В.В., Соколов Г.М. Павлов Б.Н., Демчишин М.Д. Исследование в обоснование критериев профессионального отбора и мер социаль-

но-правовой защиты специалистов в МО РФ, работающих под повышенным давлением. Отчет по НИР г. Москва, ГНЦ ИМБП, 2000 г., код «Компор» инв. № 99-08-259/743/5/299, 10 п.л.

3. Демчишин М.Д, Гуртовенко П.П., Подводно-технические работы с использованием ГВК при глубоководной добычи нефти на шельфе Каспийского моря. Материалы Российской конференции "Проблемы обитаемости в гермообъемах" (статья) М., из-во фирмы «Слово»2001 г., 0.4 п.л.

4. Демчишин М.Д. Методика обоснования технических требований к конструкции судовых спускоподъемных устройств водолазных колоколов, для изготовления СПУ открытого водолазного колокола. Отчет по НИР М., ВНИПИморнефтегаз, 2001 г., 1,5 п.л.

5. Демчишин М.Д. Методика действий водолазов-глубоководников при возникновении аварийных ситуаций. Отчет по НИР М., ВНИПИморнефтегаз, 2001 г., 2,0 п.л.

6. Демчишин М.Д. и др. Рекомендации по оснащению водолазных колоколов контрольно-измерительными приборами. Отчет по НИР г. Москва ВНИПИморнефтегаз инв. № 14 Н, 2002 г., 2,5 п.л.

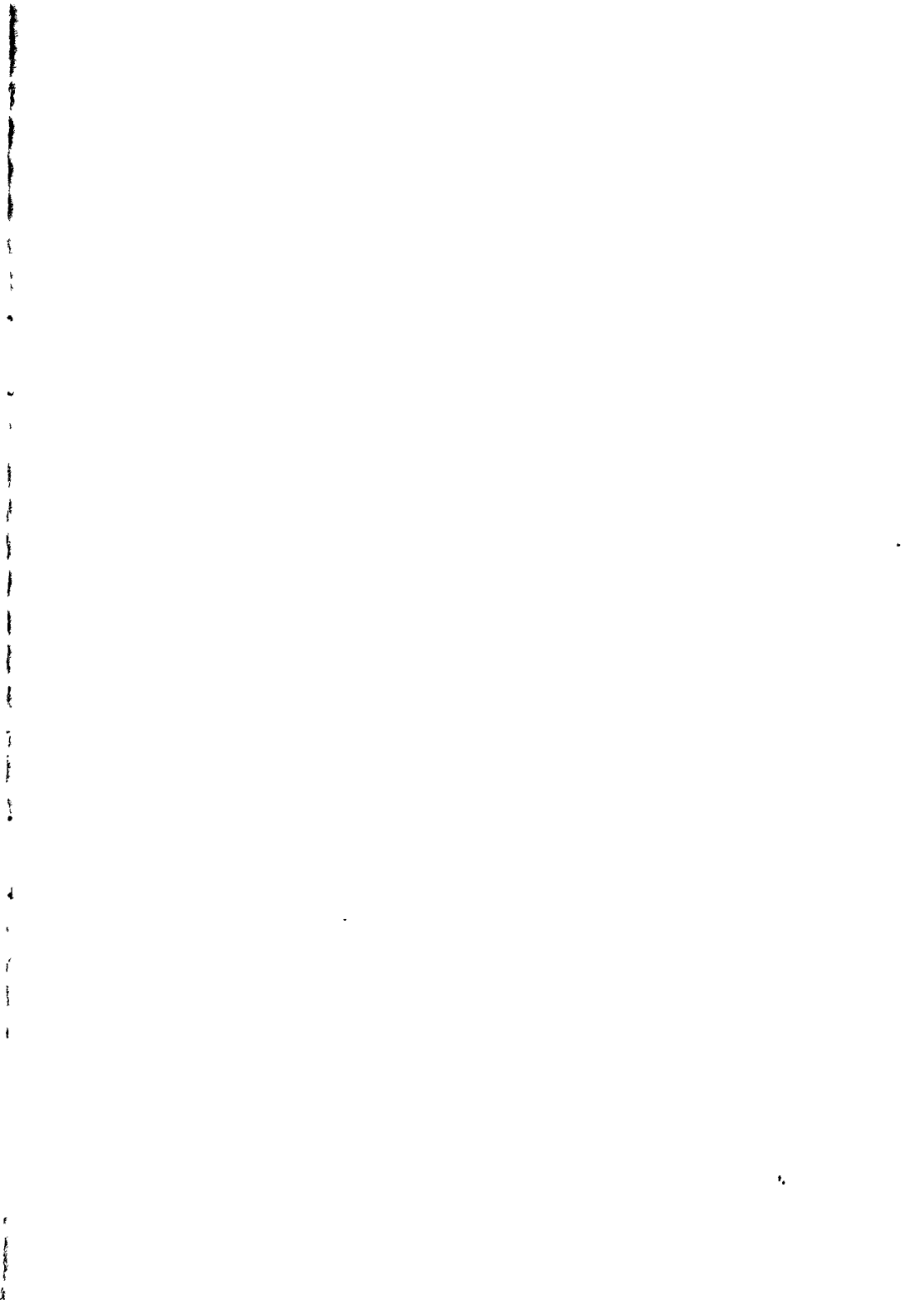
7. Демчишин М.Д. и др. Методика обеспечения безопасности при проведении спусков методом КП и ДП. Отчет по НИР. М., ВНИПИморнефтегаз, 2002 г., 2,2 п.л.

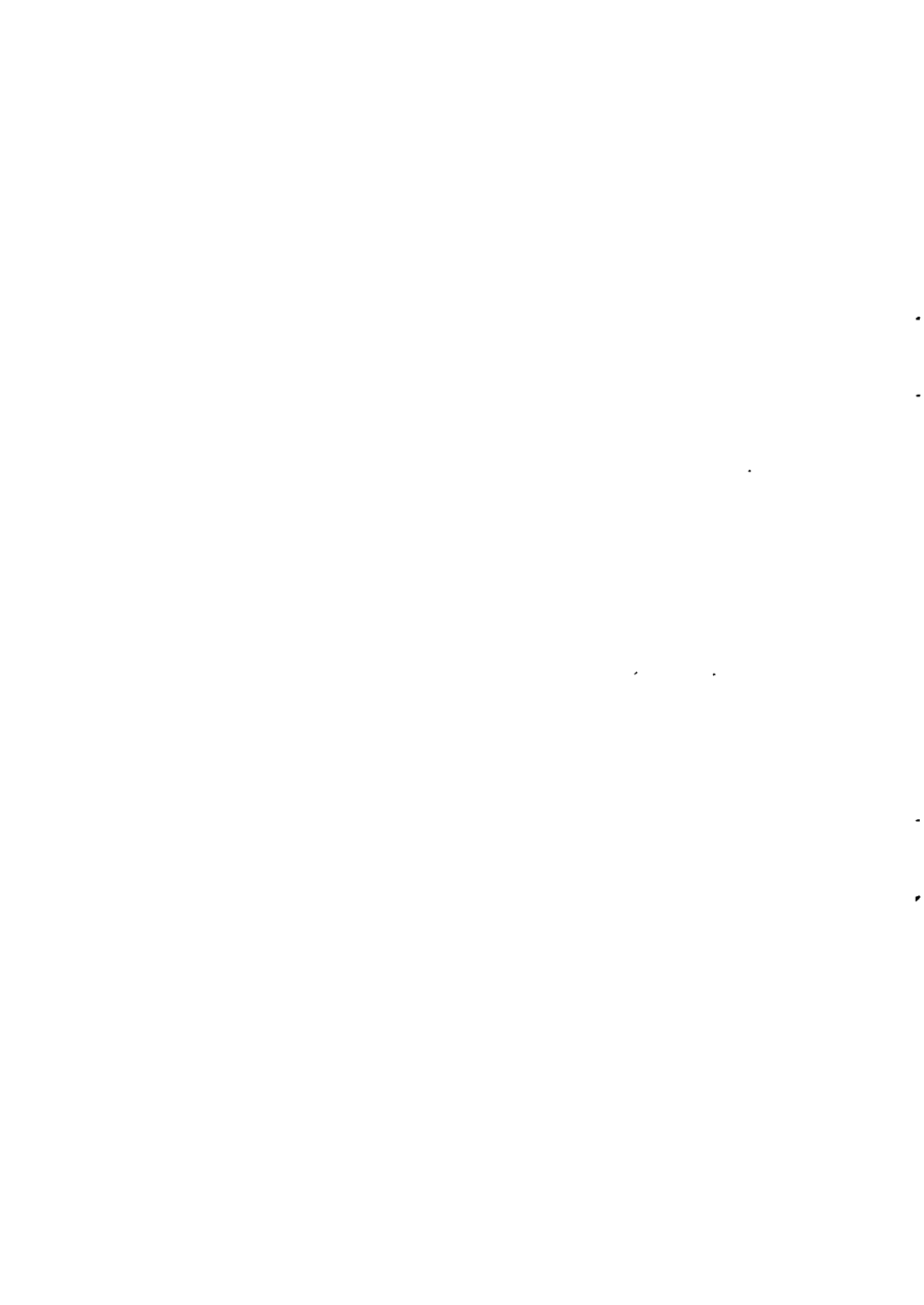
8. Смолин В.В., Соколов Г.М., Демчишин М.Д. Внедрение глубоководных водолазных спусков при разведке и добычи нефти и газа на континентальном шельфе нашей страны (статья) // "Октопус-Про" № 3 М., 2003 г., 0,7 п.л.

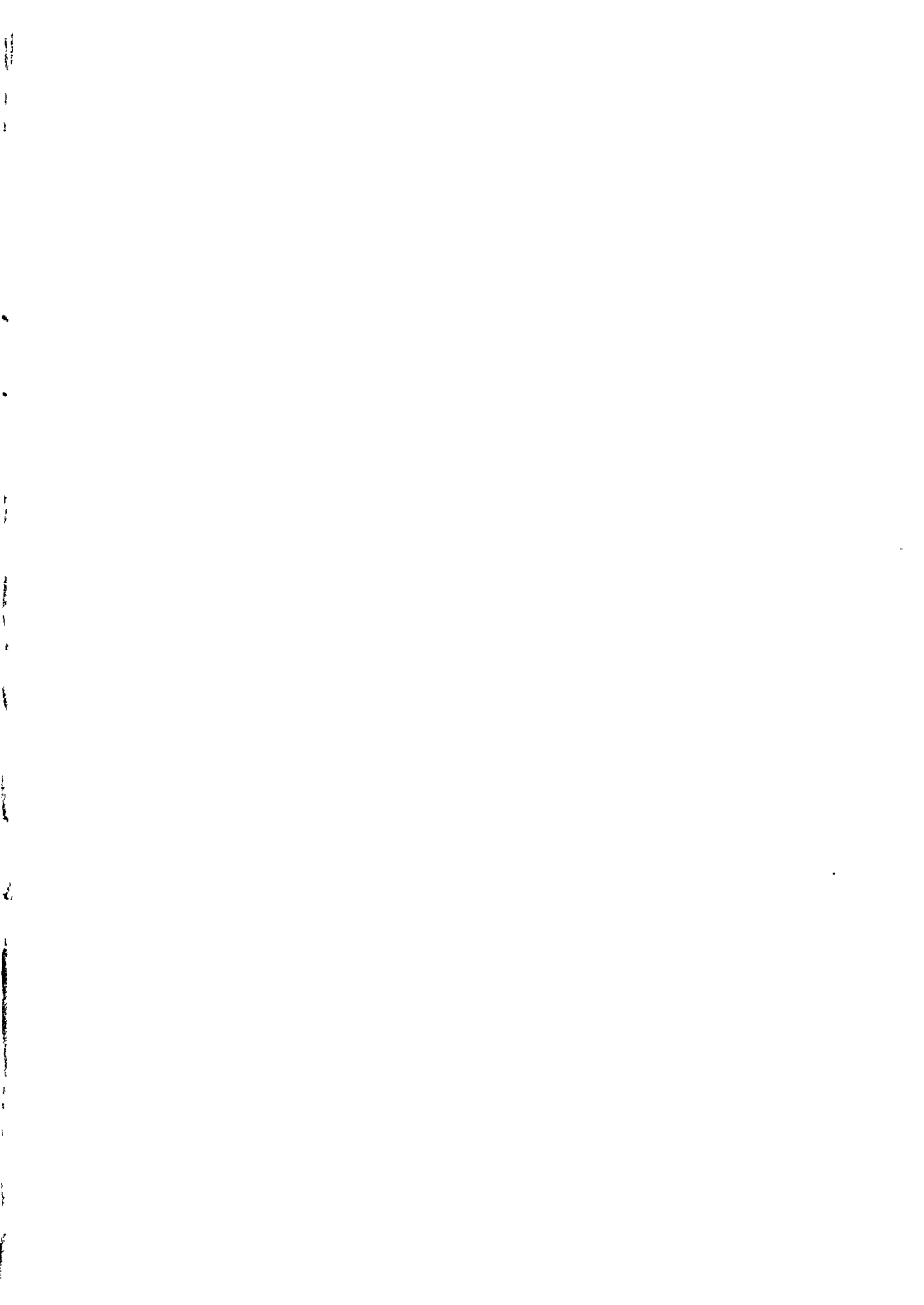
9. Демчишин М.Д. Проведение водолазных спусков методом кратковременных погружений на глубину до 200 метров с использованием ГВК (статья) // "Октопус-Про" М., 2003 г., 0,5 п.л.

Разрешено в печать. 26.06.2003 г.

Тираж 55 экземпляров







РНБ Русский фонд

2005-4

15075

28.05.1993