

СОЗДАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА МОРСКИХ ОБЪЕКТАХ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Л. А. Доценко, О. Г. Доценко

ООО «Тосно-Текс» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

В. Н. Илюхин

Некоммерческая организация «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

А. И. Киннунен, С. А. Махалов

ООО «Научно-производственное предприятие «Морские спасательные средства»» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 20 декабря 2016 г.

Рассматриваются вопросы применения существующих индивидуальных спасательных средств на морских объектах в Арктике и основные проблемы создания гидротермокостюма (ГТК) применительно к условиям низких температур воды, воздуха и наличию льда. Показано несоответствие технических возможностей существующих ГТК реальным условиям их применения в Арктике. Обосновывается необходимость создания ГТК для морских объектов в Арктике на основе сформулированных базовых требований и предложенных новых технических решений.

Ключевые слова: Арктика, морской объект, температура, вода, ледовые условия, гидротермокостюм, теплозащита.

Экстремальные природно-климатические условия (низкие температуры воздуха, сильные ветры, наличие ледяного покрова и дрейфующие льды в арктических морях) определены в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» [1] и «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» [2] как ключевые факторы рисков и угроз, оказывающие влияние на социально-экономическое развитие и формирование государственной политики в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ).

При реализации стратегических планов развития морской деятельности необходимо также учитывать риски, связанные с вероятностью крупных аварий и катастроф на морских объектах. Так, при авариях на морских плавающих нефтегазодобывающих комплексах (МПНК) погибли:

• 123 человека (58% персонала МПНК «Alexander L. Kielland») 7 марта 1980 г. в Северном море;

• 84 человека (100% персонала МПНК «Ocean Ranger») 15 февраля 1982 г. в Северной Атлантике;

• 167 человек (75% персонала МПНК «Piper Alpha») 6 июля 1988 г. в Северном море;

• 53 человека (80% персонала МПНК «Кольская») 18 декабря 2011 г. в Охотском море и др.

Только в 2016 г. в ФГБУ «Спасательный координационный центр Росморречфлота» принято более 70 сообщений о происшествиях в сфере морского транспорта в АЗРФ.

Опыт проведения спасательных операций свидетельствует, что, как правило, гибель экипажа и персонала морских объектов происходит до прибытия сил поисково-спасательного обеспечения (ПСО). Очевидно, что при существующей удаленности мест дислокации морских аварийно-спасательных формирований от возможных точек возникновения аварий морских объектов в АЗРФ своевременное спасение людей силами ПСО не всегда возможно. Следовательно, приоритет в развитии поисково-спасательной техники должен быть отдан созданию



Рис. 1. Внешний вид ГТК



Рис. 2. Испытания отечественного ГТК

эффективных индивидуальных и коллективных средств самостоятельного спасения, размещаемых на морских объектах. Это положение относится не только к АЗРФ. В данной статье рассмотрены актуальные аспекты создания гидротермокомбинезонов (ГТК) — основного индивидуального средства спасения (ИСС) экипажей и персонала морских объектов в арктических условиях, которое должно снизить опасность для спасаемого и обеспечить время, необходимое для прибытия сил ПСО и оказания ему помощи. С учетом указанных выше факторов, а также в связи с многовариантностью возможных чрезвычайных ситуаций и особенностей проведения спасательных работ в АЗРФ создание эффективного ИСС морских объектов является актуальной научно-технической задачей.

Следует отметить, что создавать и развивать эффективные средства поиска и спасения, оснащать ими аварийно-спасательные службы требует и «Морская доктрина Российской Федерации на период до 2030 года» [3].

В табл. 1 приведены характеристики некоторых применяемых в настоящее время в различных ведомствах (Минобороны, Минтранс, МЧС, БОХР ФСБ, Росрыболовстве, ПАО «Газпром» и др.) отечественных и зарубежных ГТК, а на рис. 1 и 2 показан внешний вид некоторых из них.

В ГТК (модели ГТКСА-2004, ГТКС-2004, ГТКС-6, ГТКС) теплоизоляционный контур (вкладыш) закреплен внутри водонепроницаемого комбинезона. В качестве теплоизоляционного материала применены неопрен (губчатая резина), изолон (пенополиэтилен) толщиной до 7 мм, обеспечивающий в течение 6 ч защиту от переохлаждения в воде с температурой от -2 до $+30^{\circ}\text{C}$.

В гидрокостюмах «Arctic» (Норвегия, фирма «Viking»), «Hansen Protection» (Норвегия), «Turhoop Int. Ltd» (Великобритания) и др. также использован неопрен толщиной до 6 мм, обеспечивающий максимальное время защиты 6 ч от переохлаждения в воде с температурой от -2 до $+30^{\circ}\text{C}$.

Отечественные и зарубежные модели ГТК обладают аналогичными параметрами теплозащиты. Практически все модели гидрокостюмов в качестве теплозащиты используют материалы с ячеистой структурой, обеспечивающие относительный тепловой комфорт при температуре морской воды до -2°C . В отдельных моделях ГТК используются объемные нетканые материалы на основе искусственных волокон. В настоящее время номенклатура ИСС определена Международным кодексом по спасательным средствам (Кодекс ЛСА) [4]. Существующие зарубежные и отечественные модели ГТК согласно Кодексу ЛСА гарантируют выживание человека в ГТК, изготовленном из материала, обладающего теплоизоляционными свойствами, так, чтобы внутренняя температура тела человека не падала более чем на 2°C после пребывания его в течение 6 ч в циркулирующей воде с температурой от 0 до 2°C .

Таблица 1. Характеристики отечественных и зарубежных гидротермокостюмов

Страна-производитель	Фирма	Модель	Теплоизоляция (материал/конструкция)	Максимально допустимое время нахождения в циркулирующей воде (0—2°C), ч	Диапазон температуры хранения, °С	Диапазон температуры эксплуатации (водная среда), °С	Оснащение костюма	Необходимость применения спасательного жилета
Норвегия	«Hansen Protection»	«Sea Basic/Nordic/Arctic»	Непрен 5 мм	6	-30...+65	-2...+30	Строп, спасательный лить, огонь, свисток. Защитный капюшон для лица, мешок переворота «лицом вверх»)	Нет
Норвегия	«Hansen Protection»	«Sea Air1»	Двухконтурный	6	То же	То же	Строп, спасательный лить, огонь, свисток. Мешок переворота. Укомплектован переносной УКВ-радиостанцией. Дыхательное устройство ЕКВЗ, УКВ-поиск Н1.Р-1, сапоги	Нет
Норвегия	«Hansen Protection»	«Sea Eco»	Непрен 5 мм	6	«	«	Строп, спасательный лить, огонь, свисток	Да
Великобритания	«Typhoon Int. Ltd»	TS10 5JU	Непрен 5 мм	6	«	«	То же	Да
Россия	АО УЗЭМИК	ГТК-А	Двухконтурный	6	«	«	«	Да
Россия	ОАО «Курскрезинотехника»	ГТКС	Непрен 7 мм	6	«	«	«	Да
Россия	НПП МСС/ООО «Альфа-корабел»	ГТКСА-2004	Непрен 7 мм	6	«	«	«	Да
Россия	НПП МСС/ООО «Альфа-корабел»	ГТКС-6	Двухконтурный	6	«	«	«	Нет
Россия	ООО «НПП СЗМА»	ГТКС-2004	Непрен 5 мм	6	«	«	«	Да
Россия	ООО «Акватинс-ПРО»	ГТКС-М	Непрен 5 мм	6	«	«	«	Нет
Дания	«Viking»	PS4170.10A/B	Двухконтурный	6	«	«	«	Нет
Дания	«Viking»	P85337	Непрен 5 мм	6	«	«	«	Да
Дания	«Viking»	P55002	Двухконтурный	6	«	«	«	Нет
Дания	«Viking»	P52014	Непрен 5 мм	6	«	«	«	Да
Германия	«Aquata»	AROV20	Непрен 5 мм	6	«	«	«	Нет
Германия	«Aquata»	AROV40	Непрен 7 мм	6	«	«	«	Нет
Китай	«Wuxi Xingtai Co Ltd»	XTBFK1/II	Двухконтурный / непрен 5 мм	6	«	«	«	Да

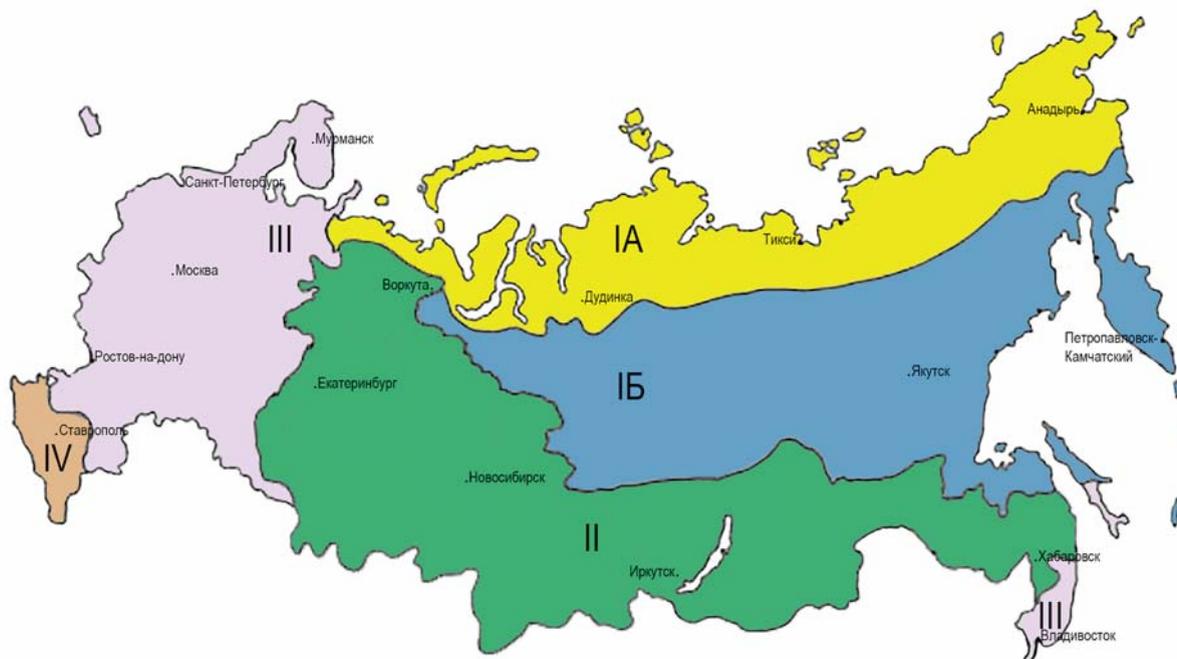


Рис. 3. Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим поясам

при отсутствии волнения. Требования к температуре окружающего воздуха при этом не устанавливаются.

Кодекс ЛСА [4] предусматривает также применение теплозащитного средства, которое должно изготавливаться из водонепроницаемого материала, обладающего коэффициентом теплопередачи не выше 7800 Вт/(м²К), и иметь конструкцию, снижающую потери тепла телом человека как конвекционным путем, так и через испарение. Теплозащитное средство должно выполнять свои функции надлежащим образом при температуре воздуха от -30 до +20°C.

Требования к ГТК, установленные Российским морским регистром судоходства в «Правилах по оборудованию морских судов. Часть 2. Спасательные средства», соответствуют требованиям Кодекса ЛСА [4]. Требования Российского морского регистра судоходства к ГТК распространяются и на МПНК.

Вместе с тем в материалах исследований российско-норвежского проекта «Баренц 2020» [5], задачей которого является оценка существующих стандартов, отмечено, что сложные гидрометеорологические, в том числе ледовые условия в АЗРФ сделают применение спасательных средств, широко используемых на нефтегазодобывающих платформах незамерзающих морей, малоэффективным для выживания человека при сверхнизких температурах.

Схема районирования территории России по климатическим поясам (регионам) (рис. 3) охватывает все северные моря России, а также Дальнего Востока. Климатические условия региона IA характеризуются показателями, приведенными в табл. 2.

Основными факторами, влияющими на эффективность проведения поисково-спасательных работ, а значит, на время наступления переохлаждения человека, в АЗРФ являются:

- низкая температура воздуха (до -50°C) и морской воды (до -2°C);
- штормовые ветры (до 25 м/с);
- сильное волнение моря (до 7 баллов);
- ледовое покрытие (в течение 7 месяцев, кроме Баренцева моря);
- значительные расстояния (сотни километров) от сил ПСО до предполагаемого местонахождения человека в аварийной ситуации;
- ограниченное время для принятия решения о проведении поисково-спасательных работ;
- снижение психологических и физиологических показателей человека при переохлаждении и т. д.

При нахождении человека в ГТК на плаву 50—70% поверхности ГТК находится в воздухе, теплофизические параметры которого отличаются от параметров воды. Штормовой ветер буквально «сдувает» тепло с надводной поверхности ГТК, многократно увеличивая тепловые потери, несмотря на то что погруженная в воду часть ГТК находится в относительно теплой по сравнению с воздухом среде. Это предъявляет дополнительные требования к теплозащите фронтальной поверхности ГТК, топографии размещения теплозащитных участков у теплогенерирующих зон тела человека.

ГТК для северных акваторий помимо температуры воды должны быть рассчитаны (по аналогии с одеждой полярников) на температуру воздуха и ветер. Испытания на базе НИИ медицины труда РАМН [6] показали, что суммарное тепловое сопротивление изоляции одежды должно составлять не менее 4,7 кло.

В соответствии с требованиями национальных стандартов [7—13] в ГТК должны быть предусмотрены:

- обязательная защита лица и органов дыхания во избежание локальных поражений и других видов патологий;
- защита от переохлаждения головы, верхнего затылочного участка спины, груди, кистей рук, ног.

Анализ требований национальных стандартов по индивидуальным средствам спасения [7—13] и ведомственных нормативных документов [14—19] показал отсутствие требований к времени защитного действия, учитывающего параметры внешних температурных (вода, воздух) и динамических (волнение, скорость ветра) воздействий применительно к АЗРФ, определяющих декларируемое время защитного действия ГТК.

Для персонала и экипажа морских объектов ПАО «Газпром» при подготовке материалов пилотного проекта «Создание индивидуального средства спасения персонала морских объектов в арктических условиях» заказчиком обоснованно выдвинуты следующие основные требования к ГТК арктическому (ГТКА) для пояса (региона) 1А:

- сохранять работоспособность в интервале температур окружающего воздуха от +40 до -50°C;
- обеспечивать в течение 8 ч защиту от переохлаждения в воде при температуре от 0 до +2°C и на ледовом покрытии при температуре воздуха до -50°C с применением комплекта выживания;
- препятствовать снижению внутренней температуры человека более чем на 2°C в течение 6 ч в воде при температуре от 0 до +2°C.

Пример теплового расчета для условий пояса (региона) 1А толщины утеплителя из объемных нетканых материалов из искусственного волокна для ГТКА на основе методики, изложенной в [13]. Тепловой расчет утеплителя основан на балансе соотношения теплового потока человека с учетом:

- температуры окружающей среды;
- уровня выполняемой физической работы (энергозатрат);
- планируемого времени непрерывного пребывания на холоде;
- средневзвешенной температуры кожи.

Теплоизоляция утеплителя вычисляется по формуле

$$I_k = (T_k - T_b) / q_{\text{п}}, \text{ м}^2/\text{Вт}, \quad (1)$$

где T_k — средневзвешенная температура кожи, °C; T_b — температура окружающей среды, °C; $q_{\text{п}}$ — средневзвешенное значение теплового потока, Вт/м².

Таблица 2. Характеристика климатического пояса (региона) 1А

Наименование	Зима	Лето
I. Температура воды:		
средняя по поясу 1А	От +6 до +7°C	+10°C
минимальная по поясу 1А	От -0,8 до -1,9°C	От +2 до +14°C
II. Температура воздуха:		
средняя по поясу 1А	-25°C	От -1,0 до +14,0°C
минимальная по поясу 1А	-50°C	-1°C
III. Скорость ветра:		
средняя годовая	6—8 м/с	
средняя зимняя	≥ 8 м/с	
штормовые ветры	До 25 м/с	

Оценка величины средневзвешенной температуры кожи. У большинства людей нормальная внутренняя температура тела находится в пределах 36,4—37,4°C. Температура кожи меньше температуры тела на 0,3—0,4°C и устойчиво фиксируется в подкожной впадине как 36—37°C.

В ряде работ [20; 21] температура тела в пределах 31—30°C однозначно характеризуется как критическая. Ниже указанного порога — потеря человеком сознания, необратимые изменения в органах тела вплоть до гибели. Поэтому значения средневзвешенных температур кожи согласно [13] приняты: T_k (теплоощущение «комфорт») — 36,07°C, $T_{\text{п}}$ (теплоощущение «прохладно») — 33,34°C.

Исходные данные для расчета:

- температура воздуха (зима): -25°C;
- температура воды (зима): -2°C;
- энергозатраты человека в ГТКА: 113 Вт/м² (физическая работа средней тяжести);
- средневзвешенная температура кожи человека: $T_k = 36,07^\circ\text{C}$ (теплоощущение «комфорт»), $T_{\text{п}} = 33,34^\circ\text{C}$ (теплоощущение «прохладно»);
- планируемое время непрерывного пребывания на холоде — 8 ч.

Тепловой поток $q_{\text{п}}$ (1) вычислен на основании формулы теплового баланса:

$$q_{\text{п}} = q_{\text{м}} - W - q_{\text{к.дых.}} - q_{\text{исп.дых.}} - q_{\text{исп.к.}} \pm \Delta q_{\text{р.с}}, \quad (2)$$

где $q_{\text{м}}$ — энергозатраты, Вт/м²; W — эффективная мощность механической работы, Вт/м²; $q_{\text{к.дых.}}$ — теплотери конвекцией при дыхании, Вт/м²; $q_{\text{исп.дых.}}$ — теплотери за счет испарения влаги при дыхании, Вт/м²; $q_{\text{исп.к.}}$ — потери тепла за счет испарения влаги с поверхности тела, Вт/м²; $\Delta q_{\text{р.с}}$ — изменение теплового содержания в организме человека (разность между значением $q_{\text{м}}$ и суммой теплотерь организма), Вт/м².

Таблица 3. Нормативные значения теплоизоляции

№ п/п	Климатические пояса России	Температура воздуха в зимний период, °С	Теплоизоляция, м ² °С/Вт	Средневзвешенная толщина утеплителя для теплоощущения «комфорт», мм
1	IA	-25,0	0,669	34,9
2	IB	-41,0	0,744	75,4
3	II	-18,0	0,518	15,2
4	III—IV	-9,7	0,451	6,2

Таблица 4. Результаты тепловых расчетов средневзвешенных толщин утеплителей

№ п/п	Планируемое время непрерывного пребывания на холоде, ч («комфорт»/«прохладно»)	Температура воздуха, °С					
		Средневзвешенная толщина утеплителя для теплоощущения «прохладно», мм					
		-18,0	-20,0	-25,0	-40,0	-41,0	-50,0
		δ _к = 32,7	δ _к = 36,5	δ _к = 45,9	δ _к = 75,2	δ _к = 75,4	δ _к = 95,5
1	1	-4,77	-2,63	2,8	19,3	20,4	30,6
2	2	7,5	10,2	17,1	38,2	39,6	52,7
3	3	13,0	16,1	23,6	46,9	48,4	62,9
4	4	16,3	19,4	27,4	51,9	53,5	68,8
5	5	18,5	21,6	29,8	55,1	56,8	72,6
6	6	19,8	23,1	31,5	57,4	59,1	75,3
7	7	20,9	24,3	32,8	59,1	60,9	77,3
8	8	21,7	25,1	33,8	60,4	60,6	78,8

Теплопотери конвекцией при дыхании:

$$q_{к.дых.} = 0,0014q_m(T_{в.дых.} - T_{в.}), \text{ Вт/м}^2, \quad (3)$$

где $T_{в.дых.}$ — температура выдыхаемого воздуха, °С; $T_{в.} = 29,0 + 0,2T_{в.} = 24,0$ °С; $q_{к.дых.} = 0,001411 \cdot 3 \cdot 49 = 7,75$ Вт/м².

Теплопотери за счет испарения влаги при дыхании

$$q_{исп.дых.} = 0,0173q_m(P_{в.дых.} - P_{в.}), \text{ Вт/м}^2, \quad (4)$$

где $P_{в.дых.} = 0,285$ — давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха $T_{в.дых.}$, кПа; $P_{в.} = 3,56$ — давление водяного пара в атмосфере, кПа.

$$q_{исп.дых.} = 0,0173 \cdot 113(3,56 - 0,285) = 6,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Потери тепла за счет испарения влаги с поверхности тела (паропроницаемый материал)

$$q_{исп.к} = (8,816 + 0,390q_m)/S - q_{исп.дых.}, \text{ Вт/м}^2, \quad (5)$$

где S — средняя площадь поверхности тела обнаженного человека (1,8 м²).

$$q_{исп.к} = [(8,816 + 0,390 \cdot 113)/1,8] - 6,4 = 22,98 \text{ Вт/м}^2.$$

Тепловой поток (2)

$$q_{п} = 113 - 0 - 7,75 - 6,4 - 22,98 = 75,87 \text{ Вт/м}^2.$$

Комфортный уровень теплового потока

$$q_{п.к.} = q_{п} + D/8, \text{ Вт/м}^2, \quad (6)$$

где $D = 52$ Вт/м² — дефицит тепла в организме (теплоощущение «прохладно»), Вт·ч/м².

$$q_{п.к.} = 75,87 + 6,5 = 82,37 \text{ Вт/м}^2.$$

Расчет средневзвешенной температуры кожи.

Теплоощущение «комфорт»:

$$T_{к} = 36,07 - 0,0354q_m, \text{ °С}. \quad (7)$$

$$T_{к} = 36,07 - 0,0354 \cdot 113 = 32,07 \text{ °С}.$$

Теплоощущение «прохладно»:

$$T_{п} = 33,34 - 0,354q_m, \text{ °С}. \quad (8)$$

$$T_{п} = 33,34 - 0,354 \cdot 113 = 29,34 \text{ °С}.$$

Теплоизоляция утеплителя для теплоощущения «комфорт»:

$$I_{к} = [T_{к} - (-25)]/q_{п.к.}, \text{ м}^2\text{°С/Вт}. \quad (9)$$

$$I_{к} = (32,07 + 25)/82,37 = 0,752 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Теплоизоляция утеплителя для теплоощущения «прохладно»:

$$I_{п} = [T_{п} - (-25)]/q_{п.к.}, \text{ м}^2\text{°С/Вт}. \quad (10)$$

$$I_{п} = (29,34 + 25)/82,32 = 0,660 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Зависимость величины теплоизоляции I от средневзвешенной толщины утеплителя для объемных нетканых материалов носит линейный характер [6]:

$$I = 0,007591\delta + 0,40391, \text{ м}^2\text{°С/Вт}, \quad (11)$$

Таблица 5. Основные характеристики теплозащитных свойств применяемых материалов

№ п/п	Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
1	Неопрен	0,03
2	Поролон	0,04
3	Пенополиуретан	0,04
4	Войлок, шерсть	0,045
5	Пробковая мелочь	0,04—0,05
6	Пух-перо	0,02
7	Изолон	0,03
8	Нетканое полотно из натурального материала	0,04
9	Хлопок	0,05
10	Лен	0,04
11	Шерсть	0,03
12	Синтепон	0,077
13	Холлофайбер	0,04
14	Холлофан	0,033
15	Thinsulate	0.034

где δ — средневзвешенная толщина утеплителя, мм.

Из формулы (11) следует:

средневзвешенная толщина утеплителя для теплоощущения «комфорт»:

$$\delta_k = (0,752 - 0,40391)/0,007591 = 45,9 \text{ мм};$$

средневзвешенная толщина утеплителя для теплоощущения «прохладно»:

$$\delta_n = (0,660 - 0,40391)/0,007591 = 33,8 \text{ мм}.$$

Нормативные значения теплоизоляции согласно [13] для климатических поясов (регионов) IA, IB, II, III, IV приведены в табл. 3. Средневзвешенные толщины рассчитаны для утеплителей из объемных нетканых материалов по формуле (11).

В табл. 4 представлены результаты тепловых расчетов средневзвешенных толщин утеплителей для температур -20°C , -40°C и -50°C в зависимости от времени пребывания на холоде.

Из данного расчета следует, что пребывание человека в ГТКА на холоде в течение 8 ч при температуре -50°C требует значительных, до 78,8 мм, толщин утеплителей.

Имеющиеся данные [13] свидетельствуют, что для нетканых (объемных) утепляющих материалов увеличение их толщины свыше 34 мм приводит

к снижению эффективности теплоизоляции. Эффективность толщины теплоизоляции (прирост теплоизоляции на единицу толщины) находится в пределах 22 мм.

В табл. 5 приведены основные характеристики теплозащитных свойств применяемых в ГТК материалов. Из этих данных видно, что теплозащитные свойства материалов из искусственных волокон практически идентичны.

Из анализа материалов [6] следует:

- пребывание человека на холоде в костюме с утеплителями, имеющими толщину 12,8, 22,3, 34,7, 44,9 мм, при температуре -50°C в течение 8 ч невозможно;
- непрерывное пребывание человека на холоде в костюме в течение 8 ч при толщине утеплителя 45 мм возможно только при температуре воздуха от -5°C до -10°C ;
- при заданной температуре воздуха -50°C и толщине утеплителя 45 мм время непрерывного пребывания, определяющее предельно допустимое теплоощущение («прохладно») в состоянии покоя, составляет около 43 мин; при легкой работе это время увеличивается до 49 мин.

Применение утеплителей из искусственных волокон (марки «Thinsulate») толщиной 45 мм не только не обеспечивает защиту от холода при температуре -50°C в течение 8 ч [13], но придает конструкции ГТКА громоздкость и низкую эксплуатационную пригодность.

С 1 января 2017 г. вступил в силу Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс) [22], согласованный Российской Федерацией. В соответствии с требованиями п. 8.2.3.1 этого кодекса для экипажа и персонала судна должны быть предусмотрены:

- необходимая термическая защита с учетом предполагаемого рейса, ожидаемых погодных условий (холод и ветер), а также вероятности нахождения в полярной воде в зависимости от обстоятельств;
- ГТК соответствующих размеров с теплоизолирующим слоем и теплозащитное средство;
- ресурсы для обеспечения выживания после оставления судна либо в воде, либо на льду или на берегу в течение максимального расчетного времени спасания, а также средства связи с силами ПСО; соответствующие ресурсы по выживанию должны включать как индивидуальное, так и общее (групповое) снаряжение.

Очевидно, что использование ГТК, индивидуального и группового комплекта выживания существенно затруднит эвакуацию спасаемых при экстренном покидании аварийного морского объекта в чрезвычайной ситуации и потребует корректировки соответствующих моделей спасания и нормативных документов с установлением соответствующих количественных показателей.

Таким образом, несоответствие эксплуатационных характеристик ГТК реальным условиям применения в АЗРФ обуславливает в настоящее время

объективную необходимость разработки и реализации прорывных решений при создании ГТК нового поколения, оснащенного специальными средствами связи и выживания применительно к условиям Арктики. Уже сегодня необходимы новые модели ГТК, где время выживания человека должно быть ориентировано на низкие температуры воды, воздуха и высокие скорости ветра.

Многофакторный учет внешних условий среды определит конструкцию ГТК арктического (ГТКА) и его комплектацию. Сохранение температурного комфорта внутри ГТКА в отдельных моделях может достигаться за счет использования систем обогрева различного назначения, генерирующих дополнительную тепловую энергию. Это позволит обеспечить выживание в течение около 8 ч. Однако такие технические решения требуют активных действий человека для приведения их в действие, усложняют конструкцию ГТКА, снижают его маневренность, недолговечны по времени использования, являются, как правило, средствами одноразового действия и увеличивают стоимость изделия.

Кроме того, требуются компактные источники тепловой энергии большей мощности и многократного действия. Вместе с тем источником тепловой энергии может служить тепло человека. Как любая энергия, оно может быть аккумулировано для последующего использования.

Новым техническим решением, которое требует меньших затрат, чем средства активного обогрева, является применение в качестве теплоизолирующего контура, сформированного из теплоаккумулирующих материалов (например, плавящихся органических материалов с высокой степенью теплоудержания), объемного нетканого материала и термоотражающей пленки.

Исследования теплофизических характеристик натуральных волокон показали, что нетканый материал на шерстяной основе совместно с теплоаккумулирующим и теплоотражающим материалами превосходит по толщине однослойный пакет из материалов на полимерной основе в 1,5—2 раза, а значит, соответственно увеличивает и время выживания человека в воде.

ГТКА с новым техническим решением традиционно выполняется из воздуховодонепроницаемого внешнего комбинезона, внутри которого закреплен съемный теплоизоляционный пакет-вкладыш. В качестве теплоизоляционного материала использован пористый объемный нетканый материал. Внешняя сторона вкладыша продублирована зеркальной металлизированной пленкой, отражающая поверхность которой ориентирована во внутренний объем костюма. Пленка обеспечивает отражение инфракрасного излучения (тепла) на 90—95%. На внутренней стороне вкладыша закреплен теплоаккумулирующий материал, накапливающий тепловой поток тела человека. Материал активно запасает тепло и длительно возвращает его при последующем охлаждении. Его

теплофизические характеристики отвечают температуре тела человека.

Состав послойной структуры пакета:

- 1) наружный материал ГТКА;
- 2) зеркальная металлизированная пленка;
- 3) теплоизолирующий материал;
- 4) материал с нанесенным теплоаккумулирующим покрытием;
- 5) защитная ткань.

Теплоаккумулирующее вещество материала (слой 4) аккумулирует определенное количество тепла человека согласно плотности его нанесения. Вещество наносится по всей площади вкладыша. При отрицательных температурах на поверхности материала (слой 1) аккумулированное тепло слоя 4 поддерживает комфортную температуру внутри вкладыша. Общие теплопотери человека сокращаются. Вторым источником тепла является адсорбированная в слое 3 влага (ввиду высокой теплоемкости воды). Влага кожи (при перегреве) или пар, несущие тепло человека посредством конвекции, устремляется через поры материала (слой 4) в слой 3 и конденсируется. Тепло адсорбированной (накопленной) влаги в слое 3 отражается зеркальной пленкой (слой 2) внутрь костюма.

Таким образом, общий тепловой баланс внутри ГТКА определяется двумя дополнительными источниками тепла — энергией теплоаккумулирующего слоя и адсорбированной влаги. Тепловой процесс является многообразным и обратимым.

Положительный эффект предлагаемого технического решения заключается в сохранении средне-взвешенной величины теплового потока и, как следствие, в увеличении времени выживания человека в ГТКА.

Новый подход к конструкции утеплителя ГТКА позволяет сократить его толщину и одновременно увеличить время пребывания человека как в воде, так и на воздухе. Такой подход реализован при разработке конструкции пакета утеплителя, где послойно совмещены три основных тепловых процесса:

- теплопередача;
- теплоаккумулирование;
- теплоотражение.

При этом в пакете использованы материалы из натуральных волокон, которые обладают наибольшей теплоемкостью и аккумулированием тепла.

Пакет утеплителя прошел лабораторные испытания, что позволило определить количество теплоизолирующих слоев, массу, местонахождение теплоаккумулирующего материала в пакете и взаимное расположение плоскостей слоев.

Для оценки возможности уменьшения толщины утеплителя проведены испытания с неткаными утеплителями из натуральных волокон — В15, В30, А250, А344, по результатам которых сформирован многослойный пакет с теплоаккумулирующими и теплоотражающими слоями.

Испытания проведены в камере холода при температуре -18°C (соответствие региону II

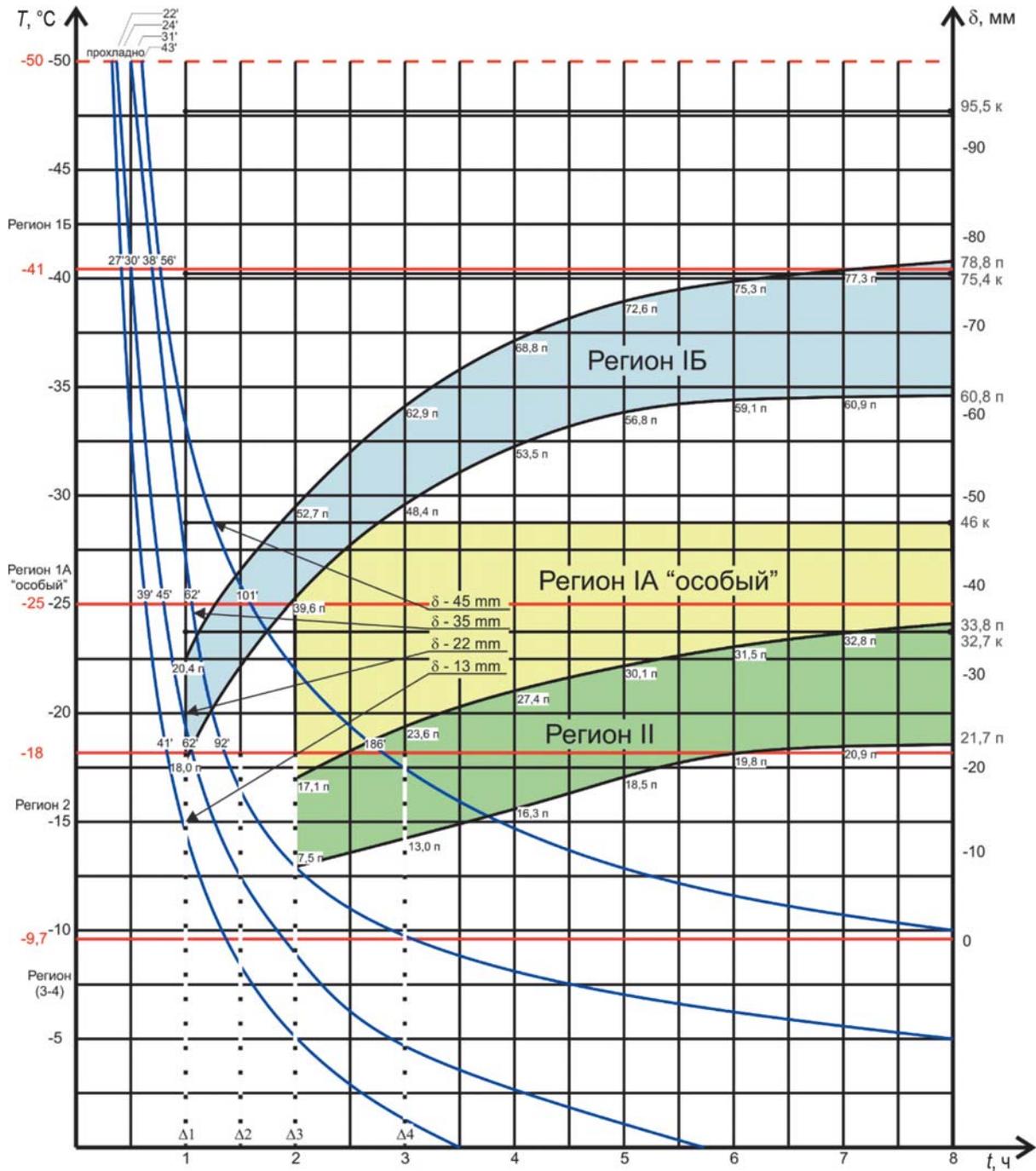


Рис. 4. Результаты тепловых расчетов толщин утеплителя

России). Теплосодержащий объект — мерный сосуд с жидкостью. Сосуд изолировался испытуемым утеплителем. Температура измерялась на поверхности сосуда при помощи мультиметра. Материал корпуса сосуда по величине коэффициента теплопроводности соизмерим с кожей человека. Исходная температура — 37°C. Снижение температуры на поверхности сосуда регистрировалось в интервалах: 37—36°C, 36—33°C, 33—30°C. Эти интервалы соответствуют теплоощущениям человека в пределах «комфорт» — «прохладно». Испытания выполнены с мерными сосудами объемом 1, 2 и 4 л воды.

Выявлена закономерность времени снижения температуры на поверхности сосуда (согласно формулам теплосодержания и теплопроводности) от количества воды.

Поскольку человек является теплогенерирующим объектом с соответствующими теплопотерями и выполняет физическую работу с определенными энергозатратами, расчет времени снижения температуры позволил соотнести время реальных потерь тепла объекта с содержанием количества воды. Для сравнительного анализа использованы среднестатистические характеристики человека.

В результаты проведенных испытаний:

- сформирован наиболее перспективный многослойный пакет утеплителя, где теплоизолирующий слой — нетканый материал из натуральных волокон;
- определена зависимость времени удержания температуры в мерном сосуде в диапазоне 37—30°C от массы аккумулирующего слоя;
- определена зависимость времени удержания температуры от количества слоев в пакете, последовательности их размещения;
- определена зависимость температуры от объема сосуда;
- исследуемый материал из натуральных волокон показал большее время удержания температуры в сравнении с материалами из искусственных волокон.

Проведенные испытания альтернативных образцов утеплителей, разработанных ООО «Тосно-Текс», подтвердили возможность уменьшения толщины утеплителя за счет создания многослойного пакета с использованием теплоаккумулирующего и теплоотражающего слоев.

Результаты тепловых расчетов толщин утеплителя, выполненных на основании работ [6; 13], показаны на рис. 4.

На рис. 4 совмещены три информационных поля:

- зависимость времени непрерывного пребывания человека на холоде от температуры внешней среды; толщины утеплителей — 12,8, 22,3, 34,7 и 44,9 мм [6];
- зависимость толщин утеплителя от назначенного времени непрерывного пребывания человека на холоде для климатических регионов [13];
- зависимость времени уменьшения температуры объекта от толщины пакета утеплителя по результатам испытаний.

Соответствующими цветами на рис. 4 показаны:

- зоны климатических регионов согласно [13];
- зона предложений ПАО «Газпром»;
- линии (синего цвета) продолжительности времени пребывания человека на холоде до наступления теплоощущения «прохладно» согласно [6];
- цифры на правой оси ординат — толщина утеплителя δ (например, величины 95,5к и 78,8п мм соответствуют теплоощущениям «комфорт» и «прохладно»);
- линии (черного цвета) — границы климатических зон для регионов России, характеризующие расчетные зависимости толщин утеплителей для планируемого времени непрерывного пребывания на холоде в диапазоне «комфорт» — «прохладно» на основании тепловых расчетов.

Условные обозначения $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$, $\Delta 4$ соответствуют толщинам испытываемых пакетов утеплителя δ , объемам мерных сосудов V и времени снижения температуры T на поверхности сосуда в диапазоне 37—30°C:

- $\Delta 1$ соответствует $\delta = 6$ мм, $V = 1,0$ л, $T = 1,08$ ч;
- $\Delta 2$ соответствует $\delta = 8$ мм, $V = 1,0$ л, $T = 1,46$ ч;
- $\Delta 3$ соответствует $\delta = 6$ мм, $V = 2,0$ л, $T = 1,95$ ч;

- $\Delta 4$ соответствует $\delta = 6$ мм, $V = 4,0$ л, $T = 3,08$ ч.

Из рис. 4 следует, что время снижения температуры для испытанных пакетов утеплителей толщиной 6—8 мм при температуре внешней среды -18°C (регион II) *значительно больше*, чем для материала «Thinsulate» толщиной 13—45 мм [6].

Известно, что эффективность спасательных операций на море обратно пропорциональна времени запаздывания прибытия спасателей в точку и обращения терпящего бедствия объекта. Для сокращения этого времени и оперативного оповещения спасательных, координационных и ситуационных центров о чрезвычайных происшествиях в соответствии с постановлением Правительства РФ от 3 июля 1997 г. № 813 введена в действие и совершенствуется Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности. Включение в состав ГТКА малогабаритного устройства для определения местонахождения человека через международные системы автоматизированного приема и передачи сигналов бедствия значительно повысит вероятность спасания в АЗРФ.

Таким образом, с учетом изложенного и рекомендации [23] базовые требования на разработку ГТКА должны содержать следующие положения:

1. ГТКА должен быть полностью изолирован от попадания воды, так как попадание воды внутрь гидротермокапюльона уменьшает его теплоизоляцию на 30%. Во избежание холодового шока лицо человека должно быть защищено полнолицевой маской.
2. ГТКА должен обеспечивать удержание лица человека над водой.
3. Теплозащитный барьер ГТКА должен обеспечивать защиту от переохлаждения при температуре воды -2°C и температуре воздуха до -25°C в течение не менее 8 ч.
4. Конструкция ГТКА должна обеспечить теплозащиту теплогенерирующих участков тела человека.
5. В составе ГТКА должно быть шерстяное белье, отделяющее влагу от тела человека.
6. Механическая прочность внешней оболочки ГТКА: она должна выдерживать зацепы, порывы, задиры трения об острые углы плавающих льдин.
7. Теплозащита 50—70% фронтальной площади ГТКА, находящейся над поверхностью воды, должна быть рассчитана с учетом температуры и скорости воздуха.
8. Теплозащита подводной части ГТКА должна быть рассчитана с учетом температуры воды -2°C .
9. Должно быть предусмотрено обеспечение безопасного дыхания при низкой температуре воздуха.
10. Теплозащита рук и стоп ног в ГТКА обязательна.
11. В комплектацию ГТКА при необходимости могут быть включены средства обогрева проблемных участков тела человека.
12. ГТКА должен быть снабжен мочеиспускателем.
13. В состав ГТКА должны входить малогабаритное устройство для определения местонахождения человека и устройство обеспечения его подъема на борт судна в штормовых условиях.

В настоящее время разработчики ИСС ООО «НПП “Морские спасательные средства”», ООО «Альфа-Корабел» совместно с разработчиком специальных материалов ООО «Тосно-Текс» и некоммерческой организацией «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий» выполняют инициативные работы по созданию материалов нового поколения с заданными свойствами для ГТКА, которые позволяют:

- учесть и оценить многофакторное воздействие окружающей среды на конструкцию ГТКА;
- определить комплектацию ГТКА;
- ориентировать функциональное назначение ГТКА для возможных сценариев аварийных ситуаций на судне;
- существенно упростить использование индивидуальных и групповых комплектов выживания, предусмотренных [22];
- обеспечить выживание членов экипажей морских судов в арктических условиях при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Выводы

1. Производимые в России и за рубежом ГТК соответствуют международным требованиям обеспечения спасения жизни человека, терпящего бедствие на море, но не учитывают дополнительные потери тепла при ветровой нагрузке во время пребывания в воде и сверхнизкие температуры при пребывании в воздушной среде на льду, что в итоге не обеспечивает спасение и выживание человека в арктических условиях.

2. Действующая национальная нормативная база к ИСС не учитывает в должной степени арктические природно-климатические условия и требования Полярного кодекса при регламентации требований к ГТК. Национальные стандарты и ведомственные нормативные документы, касающиеся средств спасения морских судов, необходимо актуализировать в части учета реальных природно-климатических условий Арктики.

3. Создание ГТКА для морских объектов на основе сформулированных базовых требований должно быть одним из приоритетных направлений развития отечественной поисково-спасательной техники и технологий. Отечественные предприятия накопили определенный научно-технический задел, который позволяет создать гидротермокостюм с требуемыми техническими характеристиками для арктических условий на основе инновационных технических решений, относящихся к теплоизоляционным материалам нового поколения с заданными свойствами и к конструкции ГТКА.

Литература

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. — URL: <http://government.ru/info/18359/>.

2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. — URL: <http://government.ru/info/18360/>.

3. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2030 года. — URL: <http://legalacts.ru/doc/morskaja-doktrina-rossiiskoi-federatsii-na-period-do/>.

4. Международный Кодекс по спасательным средствам (Кодекс ЛСА). — URL: <http://docs.cntd.ru/document/499032094/>.

5. Оценка международных стандартов для безопасной разведки, добычи и транспортировки нефти и газа в Баренцевом море: Отчет российско-норвежского проекта «Баренц-2020». — URL: http://www.tksneftegaz.ru/fileadmin/f/activity/barents2020/fourth_stage/Barents_2020_report_phase_3_RUS.pdf.

6. Результаты физиолого-гигиенической оценки теплоизоляции одежды с утепляющим материалом «Thinsulate»: Отчет НИИ медицины труда РАМН. — М., 1998. — 20 с.

7. ГОСТ Р 52206—2004. Техника спасательная на акватории. Термины и определения. — М., 2004. — 20 с.

8. ГОСТ Р 52265—2004. Спасательные средства экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Классификация. — М., 2004. — 13 с.

9. ГОСТ Р 52638—2006. Средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Общие технические требования. — М., 2006. — 37 с.

10. ГОСТ Р 54596—2011. Индивидуальные средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Технические требования. — М., 2011. — 18 с.

11. ГОСТ Р 52451—2009. Коллективные средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Технические требования. — М., 2009. — 19 с.

12. ГОСТ Р 55946—2014. Средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях, индивидуальные. Общие технические условия. — М., 2014. — 23 с.

13. ГОСТ Р 12.4.236—2011. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. — М., 2011. — 31 с. — (Система стандартов безопасности труда).

14. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года СОЛАС-74. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/901765675>.

15. НД 2-020101-072. Правила классификации и постройки морских судов. — Т. 3. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102216>.

16. НД N 2-020101-088 Правила по оборудованию морских судов. — Ч. II: Спасательные средства. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200131972>.

17. Технический регламент о безопасности объектов морского транспорта. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902230358>.

Безопасность деятельности человека в Арктике

18. Спасательное имущество и средства военно-морского флота. — Ч. II: Спасательное имущество и средства подводных лодок: Учебное пособие / Сост. П. В. Крысов, Ю. Е. Ильаш, Л. В. Козюков и др. — М.: Воениздат, 2003. — 335 с.
19. Спасательные имущество и средства военно-морского флота. — Ч. I: Спасательное имущество и средства надводных кораблей и судов обеспечения ВМФ: Учебное пособие / Сост. П. В. Крысов, Ю. Е. Ильаш, Л. В. Козюков и др. — М.: Воениздат, 2004. — 554 с.
20. Клинецович Г. Н. Выживаемость терпящих бедствие на море. — М.: Транспорт, 1977. — 95 с.
21. Эйдельман Д. Я. SOS: Рассказы о кораблекрушениях. — Л.: Судостроение, 1972. — 278 с.
22. Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс). — URL: <http://docs.cntd.ru/document/420376046>.
23. Survival in Cold Waters: Staying Alive Report Documentation Transport Canada TP13822E / Marine Safety Directorate, Ottawa, Ontario, Canada, Jan. 2003. — URL: <https://hansenprotection.com/hypothermia/Survival-in-cold-waters.pdf>.
24. Гидротермокостюм: Пат. 150095 Рос. Федерация. — № 2014139076/12; заявл. 26.09.14; опубл. 27.01.15. — 3 с. — URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/about/yandex_search.
25. Спасательное средство для человека, терпящего бедствие на воде: Пат. 136007 Рос. Федерация. — № 2013139404/12; заявл. 23.08.13; опубл. 27.12.13. — 5 с. — URL: <http://bankpatentov.ru/node/561800>.
26. Спасательное средство для человека, терпящего бедствие на воде: Пат. 2533943 Рос. Федерация. — № 2013337502/12; заявл. 08.09.13; опубл. 27.11.14 — 5 с. — URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2533943>.

Информация об авторах

Доценко Людмила Александровна, кандидат химических наук, генеральный директор, ООО «Тосно-Текс» (194362, Россия, Санкт-Петербург, пос. Парголово, Железнодорожная ул., 11, офис 3), e-mail: Ludmila.Dotsenko@mail.ru.

Доценко Олег Григорьевич, кандидат технических наук, главный инженер, ООО «Тосно-Текс» (194362, Россия, Санкт-Петербург, пос. Парголово, Железнодорожная ул., 11, офис 3).

Илюхин Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, председатель, Некоммерческая организация «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий» (199155, Россия, Санкт-Петербург, Железноводская ул., 18), e-mail: arpstt@yandex.ru.

Киннунен Александр Исаанович, генеральный директор, ООО «Научно-производственное предприятие «Морские спасательные средства»» (198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, 21), e-mail: mss@peterlink.ru, mss10@mail.ru.

Махалов Сергей Александрович, главный инженер, ООО «Научно-производственное предприятие «Морские спасательные средства»» (198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, 21), e-mail: mss@peterlink.ru, mss10@mail.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Доценко Л. А., Доценко О. Г., Илюхин В. Н. и др. Создание индивидуальных спасательных средств для применения на морских объектах в арктических условиях // Арктика: экология и экономика. — 2017. — № 2 (26). — С. 91—104.

CREATION OF INDIVIDUAL RESCUE EQUIPMENT FOR USE ON OFFSHORE FACILITIES IN ARCTIC CONDITIONS

L. A. Dotsenko, O. G. Dotsenko

The limited liability company "Tosno-Tek" (Saint-Petersburg, Russian Federation)

V. N. Ilyukhin

Nonprofit organization "Association for search and rescue technology development" (Saint-Petersburg, Russian Federation)

A. I. Kinnunen, S. A. Makhalov

The limited liability company Scientific-production enterprise "Sea Rescue equipment" (Saint-Petersburg, Russian Federation)

Abstract

Experience in conducting rescue operations at sea indicates that, as a rule, the death of crew and staff of marine objects occurs before the arrival of search and rescue forces. Therefore, the creation of effective individual and collective rescue aids located on marine objects is important in all seas, but is of major importance in Arctic seas due to their extreme climatic conditions.

The article discusses the use of available individual rescue equipment (IRE) — insulated immersion suits (IIS) on marine objects in the Arctic. IIS produced in Russia and foreign countries comply with existing international

requirements for ensuring the rescue of a person in distress at sea, but do not take into account additional heat losses one suffers under wind conditions while being in water and extremely low temperatures one is exposed to while being on ice. As a result, this does not fully ensure the survival of a person in Arctic conditions. The current national regulatory framework for IRE does not adequately consider Arctic conditions when determining requirements for IIS. Calculations of the thermal characteristics of available IIS demonstrate their insufficient effectiveness when applied in real Arctic conditions.

The results of laboratory tests of alternative insulation samples proved the possibility of reducing the thickness of IIS insulation by creating a multi-layer system using heat-retaining and heat-reflecting layers.

The article defines basic requirements for the development of Arctic IIS and concludes that it is necessary to bring national standards and administrative regulatory documents concerning rescue aids up to date in view of real climatic conditions of the Arctic.

The results of studies and laboratory tests of thermal characteristics of natural fibers confirmed the feasibility of producing IIS for Arctic conditions based on proposed innovative technical solutions and patented insulating materials by domestic manufacturers.

The creation of IIS for use in climatic conditions of the Arctic has to be one of the priority directions of development of the national search and rescue facilities and technologies.

Keywords: *Arctic, temperature, water, ice conditions, insulated immersion suit, thermal protection.*

The research was performed on a voluntary basis without funding.

References

1. Osnovy gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v Arktike na period do 2020 goda i dalneyshuyu perspektivu. [The basis of public policy of the Russian Federation in the Arctic for period until 2020 and further perspective]. Available at: <http://government.ru/info/18359/>. (In Russian).
2. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i obespecheniya natsionalnoy bezopasnosti na period do 2020 goda. [The development strategy of the Arctic zone of the Russian Federation and national security for the period up to 2020]. Available at: <http://government.ru/info/18360/>. (In Russian).
3. Morskaya doktrina Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda. [The marine doctrine of the Russian Federation for the period up to 2030]. Available at: <http://legalacts.ru/doc/morskaja-doktrina-rossiiskoi-federatsii-na-period-do/>. (In Russian).
4. Mezhdunarodnyy Kodeks po spasatelnykh sredstvam (Kodeks LSA). [The international Code on rescue means (Code LSA)]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499032094/>. (In Russian).
5. Otsenka mezhdunarodnykh standartov dlya bezopasnoy razvedki, dobychi i transportirovki nefi i gaza v Barentsevom more: Otchet rossiysko-norvezhskogo proyekta "Barents-2020". [Assessment of international standards for safe exploration, production and transportation of oil and gas in the Barents sea: Report a Russian-Norwegian project "Barents-2020"]. Available at: http://www.tksneftegaz.ru/fileadmin/f/activity/barents2020/fourth_stage/Barents_2020_report_phase_3_RUS.pdf. (In Russian).
6. Rezultaty fiziologo-gigiyenicheskoy otsenki teploizolyatsii odezhdy s uteplyayushchim materialom "Thinsulate": Otchet NII meditsiny truda RAMN. [The results of physiological-hygienic assessment of thermal insulation of clothing with a warming material "Thinsulate". Report, Institute of occupational Medicine Russian Academy of medical Sciences]. M., 1998, 20 p. (In Russian).
7. GOST R 52206—2004. Tekhnika spasatel'naya na akvatorii. Terminy i opredeleniya. [GOST R 52206—2004. The technique of rescue on waters. Terms and definitions]. M., 2004, 20 p. (In Russian).
8. GOST R 52265—2004. Spasatelnyye sredstva ekipazhey inzhenernykh sooruzheniy, ekspluatiruyemykh na akvatoriyakh. Klassifikatsiya. [GOST R 52265—2004. Saving means of crews of engineering structures maintained on water areas. Classification]. M., 2004, 13 p. (In Russian).
9. GOST R 52638—2006. Sredstva spaseniya ekipazhey inzhenernykh sooruzheniy, ekspluatiruyemykh na akvatoriyakh. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. [GOST R 52638—2006. Rescue of crews of engineering structures maintained on water areas. General technical requirements]. M., 2006, 37 p. (In Russian).
10. GOST R 54596—2011. Individualnyye sredstva spaseniya ekipazhey inzhenernykh sooruzheniy, ekspluatiruyemykh na akvatoriyakh. Tekhnicheskiye trebovaniya. [GOST R 54596—2011. Individual means of rescue of crews of engineering structures maintained on water areas. Technical requirements]. M., 2011, 18 p. (In Russian).
11. GOST R 52451—2009. Kollektivnyye sredstva spaseniya ekipazhey inzhenernykh sooruzheniy, ekspluatiruyemykh na akvatoriyakh. Tekhnicheskiye trebovaniya. [GOST R 52451—2009. Collective means of saving of crews of engineering structures maintained on water areas. Technical requirements]. M., 2009, 19 p. (In Russian).
12. GOST R 55946—2014. Sredstva spaseniya ekipazhey inzhenernykh sooruzheniy, ekspluatiruyemykh na akvatoriyakh. individualnyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya. [GOST R 55946—2014. Means of saving of crews of engineering structures maintained on water areas, individual. General specifications]. M., 2014, 23 p. (In Russian).

13. GOST R 12.4.236—2011. Odezhda spetsialnaya dlya zashchity ot ponizhenykh temperatur. [GOST R 12.4.236—2011. Special clothing for protection against low temperatures]. M., 2011, 31 p. (Sistema standartov bezopasnosti truda). (In Russian).
14. Mezhdunarodnaya konvetsiya po okhrane chelovecheskoy zhizni na more 1974 goda SOLAS-74. [International Convention for the safety of life at sea (SOLAS 74) 1974]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901765675>. (In Russian).
15. ND 2-020101-072. Pravila klassifikatsii i postroyki morskikh sudov. Vol. 3. [ND 2-020101-072. Rules for classification and construction of sea-going vessels. Volume 3]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200102216>. (In Russian).
16. ND N 2-020101-088 Pravila po oborudovaniyu morskikh sudov. Pt. II: Spasatelnyye sredstva. [ND N 2-020101-088 Rules for marine equipment. Part II. Rescue equipment]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200131972>. (In Russian).
17. Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti obyektov morskogo transporta. [Technical regulation on safety of marine transport facilities]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902230358>. (In Russian).
18. Spasatelnoye imushchestvo i sredstva voyennomorskogo flota. Pt. II: Spasatelnoye imushchestvo i sredstva podvodnykh lodok: Uchebnoye posobiye. [Rescue property and funds Navy. Part II. Rescue property and funds submarines]. Sost. P. V. Krysov. Yu. E. Iliash. L. V. Koz'yukov i dr. M., Voenizdat, 2003, 335 p. (In Russian).
19. Spasatelnyye imushchestvo i sredstva voyennomorskogo flota. — Pt. I: Spasatelnoye imushchestvo i sredstva nadvodnykh korably i sudov obespecheniya VMF: Uchebnoye posobiye. [Rescue property and funds of the Navy. Part I. Rescue equipment and means of surface ships and support vessels of the Navy]. Sost. P. V. Krysov. Yu. E. Iliash. L. V. Koz'yukov i dr. M., Voenizdat, 2004, 554 p. (In Russian).
20. Klintsevich G. N. Vyzhivayemost terpyashchikh bedstviye na more. [The survival in distress at sea]. M., Transport, 1977, 95 p. (In Russian).
21. Eydelman D. Ya. SOS: Rasskazy o korablekrusheni-yakh. [SOS. The stories of the shipwrecks]. L., Sudostroyeniye, 1972, 278 p. (In Russian).
22. Mezhdunarodnyy kodeks dlya sudov. ekspluatiruyushchikhsya v polyarnykh vodakh (Polyarnyy kodeks). [The international code for ships operating in polar waters (Polar code)]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420376046>. (In Russian).
23. Survival in Cold Waters: Staying Alive Report Documentation Transport Canada TP13822E / Marine Safety Directorate. Ottawa. Ontario. Canada. Jan. 2003. Available at: <https://hansenprotection.com/hypothermia/Survival-in-cold-waters.pdf>.
24. Gidrotermokostyum: Pat. 150095 Ros. Federatsiya. No. 2014139076/12; zayavl. 26.09.14; opubl. 27.01.15. 3 p. [Hydrothermally: Pat. 150095 ROS. Federation No. 2014139076/12; Appl. 26.09.14; publ. 27.01.15, 3 p.] Available at: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/about/yandex_search. (In Russian).
25. Spasatelnoye sredstvo dlya cheloveka. terpyashchego bedstviye na vode: Pat. 136007 Ros. Federatsiya. No. 2013139404/12; zayavl. 23.08.13; opubl. 27.12.13. 5 p. [Rescue vehicle for a person in distress on the water: Pat.136007 ROS. Federation No. 2013139404/12; Appl. 23.08.13; publ. 27.12.13, 5 p.]. Available at: <http://bankpatentov.ru/node/561800>. (In Russian).
26. Spasatelnoye sredstvo dlya cheloveka. terpyashchego bedstviye na vode: Pat. 2533943 Ros. Federatsiya. No. 2013337502/12; zayavl. 08.09.13; opubl. 27.11.14. 5 p. [Rescue vehicle for a person in distress on the water: Pat.2533943 ROS. Federation No. 2013337502/12; Appl. 08.09.13; publ. 27.11.14, 5 p.]. Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2533943>. (In Russian).

Information about the authors

Dotsenko Lyudmila Alexandrovna, candidate of chemical sciences, The limited liability company “Tosno-Tex”, General director (office 3.1, 11, St. Railway, settlement Pargolovo, Saint-Petersburg, 194362, Russia), e-mail: Ludmila.Dotsenko@mail.ru.

Dotsenko Oleg Grigoryevich, candidate of technical Sciences, The limited liability company “Tosno-Tex”, chief engineer (office 3.1, 11, St. Railway, settlement Pargolovo, Saint-Petersburg, 194362, Russia).

Ilyukhin Victor Nicolaevich, doctor of technical sciences, professor, Nonprofit organization “Association for search and rescue technology development”, Chairman (18, St. Zheleznovodskaya, Saint-Petersburg, 199155, Russia), e-mail: arpstt@yandex.ru.

Kinnunen Alexander Isaakovich, General director, The limited liability company Scientific-production enterprise “Sea Rescue equipment” (21, St. Rosenstein, Saint Petersburg, 198095, Russia), e-mail: mss@peterlink.ru, mss10@mail.ru.

Makhalov Sergey Alexandrovich, chief engineer, The limited liability company “Scientific-production enterprise “Sea Rescue equipment” (21, St. Rosenstein, Saint Petersburg, 198095, Russia), e-mail: mss@peterlink.ru, mss10@mail.ru.

Bibliographic description

Dotsenko L. A., Dotsenko O. G., Ilyukhin V. N. et al. The creation of individual rescue equipment for use on offshore facilities in the Arctic. The Arctic: ecology and economy, 2017, no. 2 (26), pp. 91 —104. (In Russian).