

УДК: 687.03

## ОБОСНОВАНИЕ ЗОНАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ГИДРОКОСТЮМА ДЛЯ ПОДВОДНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Мендюкова А.С<sup>1</sup>, Коринтели А.М<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>ИСОиП (филиал) ДГТУ, Россия, Шахты, e-mail:

[Mendyukovaa@mail.ru](mailto:Mendyukovaa@mail.ru), [hitarova2015@yandex.ru](mailto:hitarova2015@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье проведён анализ и дана характеристика материалов, покрытий, напылений, используемых для гидрокостюмов. В процессе исследования материалов представлено их зональное распределения с целью снижения деформации на наиболее подвижных участках и сохранения теплоизоляции в костюмах мокрого типа. Полученные результаты работы позволяют расширить информационную базу модельных решений защитной спецодежды для подводных сварщиков.

Ключевые слова: гидрокостюм, специалист, дайвинг, материалы, покрытие, исследование, деформация, неопрен.

## JUSTIFICATION OF THE ZONE SOLUTION OF THE WETSUIT FOR UNDERWATER RESEARCH WORKS

Mendyukova A.S<sup>1</sup>, Korinteli A.M<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>ISOiP (branch) DSTU, Russia, Shakhty, e-mail:

[Mendyukovaa@mail.ru](mailto:Mendyukovaa@mail.ru), [hitarova2015@yandex.ru](mailto:hitarova2015@yandex.ru)

**Annotation.** The article analyzes and characterizes the materials, coatings, sprays used for wetsuits. During the study of materials, their zonal distribution is presented in order to reduce deformation in the most mobile areas and to maintain thermal insulation in wet suits. The obtained results of the work make it possible to expand the information base of model solutions of protective overalls for underwater welders.

Keywords: wetsuit, specialist, diving, materials, coating, research, deformation, neoprene.

Подводно-исследовательская деятельность остается актуальной и в настоящее время, это связано с тем, что степень изученности Мирового океана продолжает оставаться минимальной – всего 5 % [4]. Обеспечение стабильной трудоспособности специалиста под водой во время выполнения подводно-исследовательских работ возможно за счет применения средств индивидуальной защиты – спецодежды (гидрокостюмов). Процесс погружения на большие глубины в условиях низких температур способствует проявлению реакции организма в виде активного выделения тепловой энергии с целью обогрева [5].

Исследование способов обеспечения нормальной теплоизоляции в гидрокостюмах при длительном пребывании специалиста в условиях низких температур водной среды определяет актуальность поставленной цели – решение зонального распределения материалов в гидрокостюмах с учетом условий выполнения рабочего процесса водолаза.

Сохранение тепла в гидрокостюмах в условиях низких температур под водой теплового воздействия на рабочих-сварщиков в значительной степени определяется конструктивно-технологическими решениями спецодежды.

Гидрокостюмы могут быть сухими и мокрыми. Для сухих гидрокостюмов характерно повышенная герметичность, которая обеспечивается за счёт использования уплотняющих манжет на руках и шее (обтюраторов) и использования специальных соединительных швов [6]. В мокрых гидрокостюмах теплоизоляция может быть достигнута применением материал с дополнительной поверхностной отделкой (специального функционального назначения). Они могут не дублироваться, быть с односторонним дублированием, двусторонним дублированием, комбинированными – из разных видов неопрена. В дальнейшем будут рассмотрены гидрокостюмы мокрого типа [6].

В качестве основного материала в гидрокостюмах мокрого типа часто используется неопрен. Это эластичный материал, обеспечивающий необходимую гибкость костюма в целом [2]. Существует несколько типов неопрена: с открытой порой и закрытой порой.

Неопрен с открытой порой имеет хорошие теплоизоляционные свойства, предназначен для небольшой длительности пребывания на глубине. Такие костюмы имеют покрытия только с внешней стороны. Неопрен плотно прилегает к телу, сохраняя свободу движений специалиста, однако на глубине становятся тоньше по воздействию давления [2].

Неопрен с закрытой порой дублируют с обеих сторон, с целью снижения вероятности проявления деформации до минимума. Эти костюмы используют для погружения на большие глубины. Недостатком в применении в гидрокостюмах является малая эластичность таких материалов, что приводит к снижению общей механики движения подводного специалиста [2].

В таблице 1 представлена характеристика материалов для гидрокостюмов. Таблица 1 – Характеристика материалов для гидрокостюмов [6,7]

Материал	Температура воды	Толщина, мм	Характеристики	Назначение	Достоинства	Недостатки
Неопрен с закрытой порой	10-30°	3-7	дублируются различными защитными материалами для предохранения от	В костюмах сухого типа – изоляция и защита тела и	Высокая степень теплозащиты [7].	Сильное сжатие при увеличении глубины погружения, скованность движений [7].

			повреждений и улучшения гигиенических и эксплуатационных качеств [7].	головой водолаза, при температуре воды ниже 13 °С, в костюмах мокрого типа – сохранение теплозащитных свойств при погружении на большие глубины [7].		
Неопрен с открытой порой	18-30°	3-5	Дублируется только снаружи [7].	Долгое пребывание на поверхности и с кратковременными погружениями на глубину [7].	Хорошее прилегание к телу, хорошие теплозащитные свойства [7].	Низкая износостойкость, невозможность длительного погружения на большие глубины [7].
Лайкра	24-30°	1.5	Мягкость, гладкость	Уберечь дайвера от медуз, кораллов, а также небольших механических повреждений [7].	Высокую износостойчивость лайкры [7].	Теплозащитные функции почти отсутствуют
Триламнат	10-30°	2,5	Малая масса, высокая прочность по сравнению с неопреном.	Долгое пребывание на поверхности и с кратковременными погружениями на глубину.	Обладает ветрозащитными свойствами и может пропускать влагу только наружу. Гибкость, износост	Низкие теплоизоляционные свойства, высокая сминаемость [6].

					ойкость [6].	
--	--	--	--	--	-----------------	--

Основываясь на характеристиках, используемых материалов для гидрокостюмов выявлено, что для погружения на большие глубины лучше всего подходит неопрен с закрытой порой, дублированный различными защитными материалами для улучшения эксплуатационных качеств. Так как они дублированы различными материалами, что защищает специалиста от повреждений, позволяет больше времени проводить на глубине за счёт уменьшения деформации костюма и как следствие более длительного сохранения теплоизоляционных свойств.

При низких температурах в современных гидрокостюмах на внутренней стороне основного материала часто применяются различные виды покрытий, несущие определенную функциональную значимость (таблица 2).

Таблица 2 – Покрытия материалов для гидрокостюмов [8]

Покрытие	Назначение
Нейлон	Защита от механических повреждений
Лайкра	Надежная защита неопрена от порывов и ультрафиолетовых лучей.
Ультраспан (Ultraspan)	Обладает высоким растяжением в любом направлении.
Плюш	Меньше поглощает воду, что дает самый теплый, и самый быстрый материал для сушки.
Микро-плюш	Такая оболочка из воздуха вокруг ныряльщика сохраняет тепло. Кровь циркулирует вокруг тела, создавая собственную систему центрального отопления.
Гладкая кожа (Smooth Skin)	Хорошая эластичность, скольжение и практически мгновенное высыхание.
Титан	Специальное мембранное покрытие, обладающая эффектом отражения тепла тела обратно в тело ныряльщика.
Дюратекс (Duratex), SUPRATEx (Supratex)	Увеличивает сопротивление истиранию до 4-5 раз.
Кевлар	Пара-арамидное волокно, обладает высокой прочностью. Увеличивает сопротивление истиранию до 20-30 раз.

На областях наиболее подверженным деформациям рекомендуется использовать покрытие ультроспан, так как оно обладает высокой растяжимостью.

С целью повышения функциональности гидрокостюма используют различные виды напылений, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Напыления для гидрокостюмов [9].

Напыление	Функциональность
Титановое	Композитный материал с напылением титана на неопрен и дублированием тканью повышает теплоизоляционные свойства гидрокостюма. Благодаря приобретенным теплоотражающим свойствам, у металлизированного с одной стороны неопрена уменьшаются тепловые потери на 20-25% по сравнению с

	обычным неопреновым гидрокостюмом.
Золотое	Применяется для укрепления пор неопрена - "открытая пора". Это напыление прочное и увеличивает срок службы изделия за счет меньшего износа неопрена и уменьшения вероятности повреждений при переодевании. Также, уменьшает коэффициент теплопередачи материала, что сохраняет дополнительное тепло.
Black Metallit	Напыление, которое облегчает процесс надевания и снятие гидрокостюма и обеспечивает минимальный износ изделия.

Толщина материалов зависит от степени погружения специалиста под воду. Согласно этому был проведён анализ и представлен в таблице 4

Таблица 4 – Соотношение температуры и толщины [3].

Температура, °	Толщина, мм
23-26	1
18-20	2
12-17	3-4
8-11	3-5
4-7	4-6
Ниже 3	5-7

На основе проведённого анализа положения тела человека в воде, выполняющего подводно-исследовательские работы, было выявлено, что наибольшая степень деформации больше всего проявляется на следующих участках – коленный сустав, локтевой сустав, голеностопный сустав; наименьшего – область туловища. При очень низких температурах в связи с тем, что повышается толщина – снижается эргономичность [1].

В гидрокостюмах используются следующие виды швов (Таблица 5)

Таблица 5 – Типы швов для гидрокостюмов [1].

Вид	Клеевое соединение	Ниточное соединение	Использование ленты	Использование специальной резины
Оверлочный шов	-	+	-	-
Плоская строчка	-	+	-	-
Потайной стежок	+	+	-	-
Потайной проклеенный шов	+	+	+	-
Проклеенный двойной потайной шов	+	+	+	-
Потайной шов склеенный и полностью проклеенный	+	+	+	-
Потайной шов, склеенный и полностью заклеенный неопреновой лентой	+	+	+	-
Жидкое уплотнение	+	+	+	+
Слепой шов	+	+	+	+
Бесшовное соединение	+	-	-	+

Анализ швов, применяемых в гидрокостюмах, позволил выявить, что потайной шов, склеенный и полностью заклеенный неопреновой лентой обеспечивает дополнительную герметизацию гидрокостюма мокрого типа, сохраняя эластичность на наиболее растяжимых участках. Технология соединения «Слепой шов» деталей костюма обеспечивает наилучшую герметизацию, но недостатком данного вида соединения является наименьшая растяжимость [1].

На основе анализа участков наибольшей деформации тела человека в гидрокостюмах рекомендуется использовать следующее зональное распределение материалов, представленное на рисунке 1. В области туловища предлагается использование неопрена с закрытой порой, дублированного с обеих сторон нейлоном, так как область туловища менее подвижна. Нейлон обеспечивает хорошую защиту от механических повреждений и сохраняет теплозащитные свойства.

На области коленного, локтевого, голеностопного сустава предлагается использовать неопрен с наружным покрытием ультраспан, которое обладает высоким показателем растяжимости в любом направлении. На рисунке 1 представлено зональное распределение материалов.

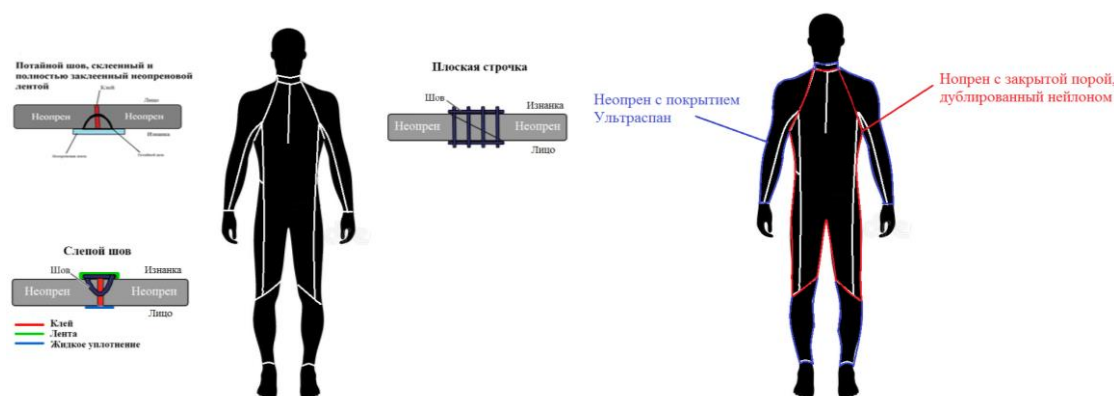


Рисунок 1 – Зональное распределение материалов в гидрокостюме.

В процесс исследования проведён анализ материалов, используемых для гидрокостюмов. Представлено их зональное распределения с целью снижения деформации на наиболее подвижных участках и сохранения теплоизоляции в костюмах мокрого типа. Полученные результаты работы позволяют расширить информационную базу модельных решений защитной спецодежды для подводных сварщиков.

### Список литературы:

1. Сирота, Е. Н. Способы сборки многозональной поверхности гидрокостюма / Черунова, И. В., Коринтели, А. М. // Научная весна-2020. Технические науки : сборник научных трудов : научное электронное издание / редколлегия: С. Г. Страданченко [и др.] ; Институт сферы

обслуживания и предпринимательства (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственной технической университет" в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). - 1 CD-ROM (4,37 Мб). - Допущено к изданию редакционно-издательским советом ДГТУ. - Заглавие с этикетки диска. - Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2020 - С. 240-2468. Мендюкова, А.С., Коринтели, А.М. Исследование и разработка способов повышения гидроизоляции в гидрокостюмах мокрого типа / А.С. Мендюкова, А.М. Коринтели //Российские регионы как центры развития в современном социокультурном пространстве, 2020. С.62-67

2.Сирота Е.Н., Черунова И.В., Тихонова, Н.В. Исследование и учет свойств вспененных материалов одежды для эксплуатации в условиях высокого растяжения / Е.Н. Сирота, И.В. Черунова, Н.В. Тихонова // Вестн. Технологич. ун-та. 2016. Т. 19. № 18. С. 85–87.

3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от воды. Технические требования (Переиздание): ГОСТ Р 12.4.288-2013 – Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2019 . – 20 с.

4.Сколько процентов океана изучено? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://kratkoe.com/skolko-protsentov-okeana-izucheno/>.

5. Риски дайвинга – Переохлаждение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://midgardets.livejournal.com/23380.html>.

6.Как выбрать гидрокостюм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goodrider.ru/articles/kak-vybrat-gidrokostyum>

7.Материалы для гидрокостюмов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pwo.su/769-materialy-dlya-gidrokostyumov.html>

8. Какой неопрен выбрать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aquadiscovery.ru/o-aquadiscovery/kakoj-neopren-vybrat/>

9. Гидрокостюм с титановым покрытием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://katrangun.com.ua/katrangun/gidrokostyum-s-titanovym-pokrytiyem-zachem-on-nuzhen>