

УДК 687.01
МРНТИ 64.53.12

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-3-53-60>

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ВСПЕНЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

¹З.У. ЗУФАРОВА *¹С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, ²И.В. ЧЕРУНОВА, ³ЧЖЕНЬ ЯВЕНЬ

¹ «Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности»,
Узбекистан, 100100, г.Ташкент, ул.Шохжахон, 5

² «Донской государственный технический университет»,
Российская Федерация, 346500, Ростовская обл., г.Шахты, ул. Шевченко, 147.

³264500, Китай, г.Рушан, ул. Шенгли, 131

Электронная почта автора-корреспондента: zulya.mirtojieva@mail.ru*

В данной статье проведен анализ инновационных разработок в области водолазных костюмов с высокой теплопроводностью. Приведены примеры разработок спортсмена и ученого Джека О'нилл, также инновационные разработки американских химиков под руководством Якопо Буонджорно из Массачусетского технологического института. Во время проведения анализа было выявлено много интересных современных разработок для повышения теплоустойчивости костюма. Разработчики совместно с химиками на основе исследований внедряют мелкие химические элементы в поры непереновой ткани, таким образом достигают необходимой термоустойчивости, гибкости и прочности. Во время проведения анализа были изучены не только неопреновые гидрокостюмы, но и новейшие разработки в области эко-костюмов. Данный вспененный материал производится из известняка, так как этот материал природного происхождения, что позволяет этим гидрокостюмам уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: инновации, неопрен, теплопроводность, технология, застёжка, химические элементы, эко-гидрокостюмы.

ANALYSIS OF INNOVATIVE DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF FOAMED MATERIALS

¹Z.U. ZUFAROVA*, ¹S.SH. TASHPULATOV, ²I.V. CHERUNOVA, ³ZHEN YAVEN

¹ «Tashkent Institute of Textile and Light Industry»,
Republic of Uzbekistan, 100100, Tashkent, Shokhjakhon st., 5

² «Don State Technical University, Russian Federation»,
346500, Rostov region, Shakhty, st. Shevchenko, 147.

³131 Shengli Street Rushan, 264500 China

Corresponding author e-mail: zulya.mirtojieva@mail.ru*

In this article, an analytical method is carried out in innovative developments in the field of diving suits with high thermal conductivity. Examples are given of the developments of the athlete and scientist Jack O'Neill, as well as the innovative developments of American chemists under the leadership of Jacopo Buongiorno from the Massachusetts Institute of Technology. Developers, together with chemists, on the basis of research, introduce small chemical elements into the pores of neoprene fabric, thus achieving the necessary thermal stability, flexibility and strength. During the analytical method, not only neoprene wetsuits were studied, but also the latest developments in the field of eco-suits. This foam is made from limestone, as it is a natural material, which allows these suits to reduce the negative impact on the environment.

Keywords: innovation, neoprene, thermal conductivity, technology, fastener, chemical elements, eco-suits.

КӨБІКТЕНГЕН МАТЕРИАЛДАР САЛАСЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘЗІРЛЕМЕЛЕРДІ ТАЛДАУ

¹З.У. ЗУФАРОВА *¹С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, ²И.В. ЧЕРУНОВА, ³ЧЖЕНЬ ЯВЕНЬ

¹ «Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты»,
Өзбекстан, 100100, Ташкент қ., Шохжахон көш., 5

² «Дон мемлекеттік техникалық университеті»,
Ресей Федерациясы, 346500, Ростовская обл., Шахты қ., Шевченко көш., 147.
3264500, Қытай, Рушан қаласы, Шенгли көш., 131

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zulya.mirtojjeva@mail.ru*

Бұл мақалада жоғары жылу өткізгіштігі бар сүңгуір костюмдері бойынша инновациялық әзірлемелерге талдау жүргізілді. Спортшы және ғалым Джек О'нилдің әзірлемелерінің мысалдары, сонымен қатар Якопо Буонджорно басшылығымен Массачусетс технологиялық институтындағы американдық химиктердің инновациялық әзірлемелері келтірілген. Талдау барысында костюмнің жылуға төзімділігін арттыру үшін көптеген қызықты заманауи әзірлемелер анықталды. Әзірлеушілер химиктермен бірге зерттеу негізінде неопренді маталардың тесіктеріне ұсақ химиялық элементтерді енгізеді, осылайша қажетті жылу кедергісіне, икемділікке және беріктікке жетеді. Талдау барысында неопрен гидрокостюмдері ғана емес, сонымен қатар эко-костюмдер саласындағы соңғы әзірлемелер де зерттелді. Бұл көбіктенетін материал әктастан жасалады, себебі бұл табиғи материал гидрокостюмдерге қоршаған ортаға теріс әсерін болдырмауға мүмкіндік береді.

Ключевые слова: инновациялар, неопрен, жылу өткізгіштік, технология, түймелік, химиялық элементтер, эко-гидрокостюмдер.

Введение

Хью Бреднер Американский физик и доктор наук из Технологического института в Пасадене, участвовал в разработке первой атомной бомбы, по долгу службы совершал серию погружений в воду. Во время погружения возникала проблема быстрой теплоотдачи под водой, это подтолкнуло Бреднера к экспериментам с вспененным материалом: в 1952 году физик создал первый прототип современного гидрокостюма под названием "гидрик" [1].

Чуть позднее спортсмен и фанат по водным видам спорта Джек О'нилл, начал свои разработки в области совершенствования гидрокостюмов. Его костюмы очень популярны вплоть до сегодняшнего дня. Спортсмен очень много проводил времени в воде, и именно это подтолкнуло его усовершенствовать существующие гидрокостюмы, все разработки и идеи были направлены на борьбу с холодной водой. Брэнд под его именем O'Neill создан 65 лет назад, за это время компания прошла большой инновационный процесс по созданию уникальных технологий, чтобы обеспечить комфортное пребывание в воде даже при низких температурах.

Проведя аналитический метод и изучив экипировку созданную О'нилл, можно

отметить, что гидрокостюм разработан из высококачественного неопрена. Он легкий, приятен к телу, главный его плюс он не сковывает движения и не натирает кожу.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследования является совокупность моделей (образцов) гидрокостюмов, которые представлены в коллекциях специализированных фирмах-производителей на показах моды и отражают тенденции. Предмет исследования – надежность и безопасность жизнеобеспечения и перспективность новых разработок.

В последних разработках компании используются разные сочетания неопрена, среди которых передовыми считаются:

Неопрен под названием «Techno butter 3», этот неопрен является самым продвинутым среди всех ранее разработанных. Новый сердечник ENVY RUBBER CORE, отделка TB3 JERSEY на внешней стороне и TB3X INTERIOR JERSEY на внутренней имеет на 20% более легкий вес и на 30% меньше по водопоглощаемости. Быстросохнущие свойства обеспечивают быстрое время высыхания гидрокостюма. TECHNOBUTTER 3 позволяет дольше оставаться в холодной воде и чувствовать себя свободнее, чем когда-либо прежде. Коэффициент растяжения: 160-180% (рис. 1).

Следующий неопрен под названием Technobutter 3X является самым технологичным из каких-либо существующих. Благодаря сердечнику ENVY FOAM RUBBER CORE, робединения внешней и внутренней

отделок TB3X Exterior Jersey, O'Neill создал самый лёгкий и гибкий неопрен. Коэффициент растяжения 180-220%



Рисунок. 1. а) Techno butter 3 – самый продвинутый неопрен; б)-Technobutter 3X – самый технологичный неопрен.

Как говорилось ранее, главной причиной создания гидрокостюмов являлась быстрая теплоотдача в холодной воде. Первые идеи многих разработчиков основывались на технологии водолазных костюмов, изготавливаемых из тонкой резины, которые изолировали воздух между телом и материалом. Таким образом, создавалась теплоизоляция, но даже это не спасало ныряльщиков от сильных волн и проникновения холодной воды под костюм.

Выше были описаны хорошие варианты двух- и трехслойного неопрена, который позволяет не переохлаждаться в холодной воде долгое время, но разработчики на этом не останавливаются. Благодаря современным технологиям ученые пошли дальше и разработали технологию Air, создали трехслойный неопреновый костюм, но теперь между слоями имеется воздушная прослойка. Это как двойные окна, чем больше воздуха, тем больше тепла. Данный неопрен под именем Techno Butter 3 Air Firewall уникален за счет своей лёгкости и меньшим поглощением воды, в результате

чего является очень тёплым, очень лёгким и быстросохнущим видом неопрена (рис. 2).

Также был сделан расчет - какой же костюм стоит носить в той или иной температурной шкале.

Над проблемами теплоизоляции также усиленно работают американские химики J.L.Moran и его команда. Они предложили идею ввести молекулы инертных газов, таких как криптон, аргон или ксенон. Эта операция позволит увеличить теплопроводность в два раза. Костюм с таким химическим составом позволит находиться ныряльщику в воде при температуре ниже 10^0 С по сравнению с обычным гидрокостюмом. После изготовления водолазного костюма в поры неопрена заключаются азот. Также если вспененный материал поместить в атмосферу другого вида газа повышенного давления, то можно менять химический состав газовой смеси. Молекулы азота и кислорода имеют свойство просачиваться сквозь неопрен, а вместо них занимают пространство молекулы другого газа (рис.3) [3].

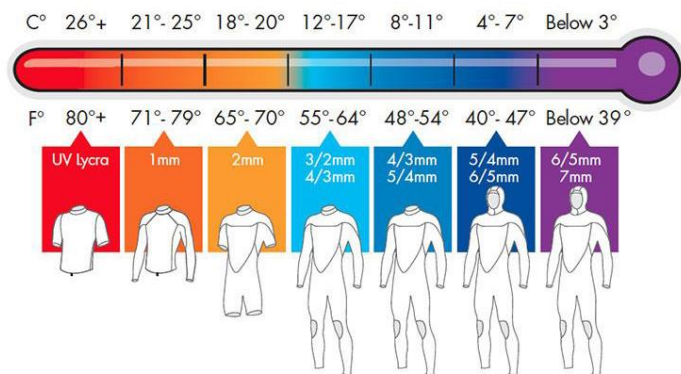


Рис. 2. Гидрокостюмы по температурной шкале

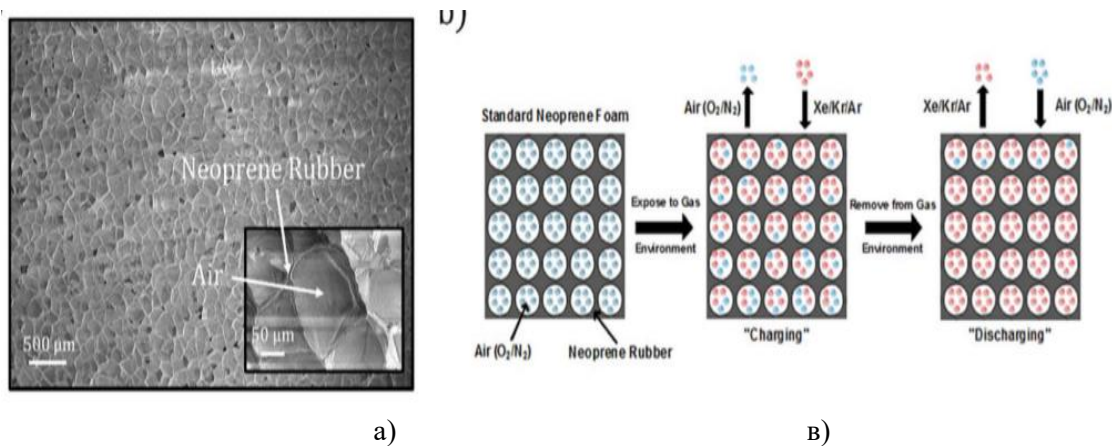


Рис. 3. Микрофотография пористой структуры неопрена (а) и схема замены газа в порах с воздуха на аргон, криптон или ксенон (в).

Фирма O'Neill работает не только в области теплопроводности, но и с каждой отдельной частью гидрокостюма. O'Neill отвечает за разработку самых надёжных и инновационных застёжек в отрасли. Ниже приведены наиболее часто используемые системы входа, используемые в гидрокостюмах O'Neill (рис.4 и 5).

Данная инновационная система заднего входа запатентована и является самой имитируемой застёжкой в мире. Уникальность этой застёжки в том, что свободно

плавающая внешняя панель с короткой молнией даёт ощущение полного отсутствия застёжки и предотвращает попадание воды в гидрокостюм. Также стоит отметить, что воротник на шее под молнией увеличивает комфорт и предотвращает возможность защемления кожи. Барьер блокирует попадание наружной воды и служит основанием для конструкции плавающей застёжки. Кроме этого, имеются дренажные отверстия, которые выводят любую воду.

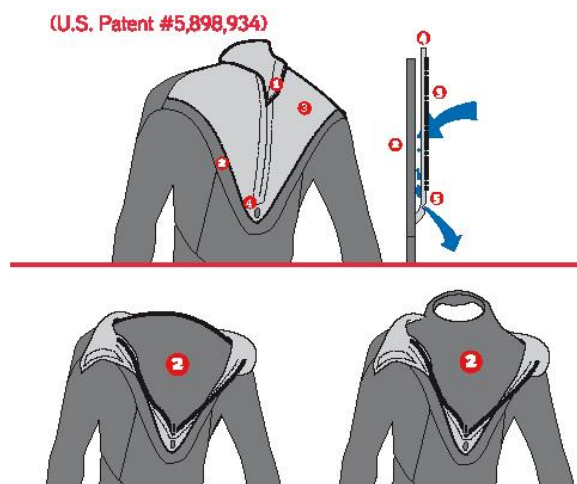


Рис. 4. Запатентованная плавающая задняя застёжка от производителя O'Neill.

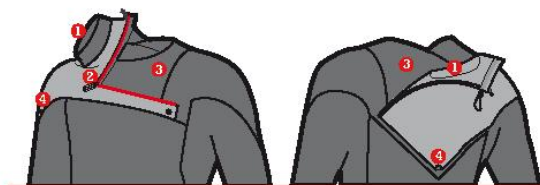


Рис. 5. Запатентованная плавающая передняя застёжка от производителя O'Neill.

Запатентованная плавающая передняя застёжка от производителя O'Neill является эксклюзивной и даёт альтернативу заднему входу. Для воротника подобран очень гладкий и мягкий неопрен, он позволяет увеличить комфорт и предотвращает вероятность попадания воды внутрь. Застёжка такая же короткая, как и задняя плавающая панель, имеет водонепроницаемую основу и гибкая. 360° барьер блокирует попадание воды снаружи и служит основанием для конструкции плавающего элемента. Костюм также оснащен дренажными отверстиями, благодаря которым выводится вся вода, попадающая через панель с молнией со спины или из-под рук.

O'Neill ставит высокую планку перед собой для разработки своих костюмов, он гарантирует высокое качество произведенной экипировки, а технологично проработанные швы являются этому доказательством.

Даже самый маленький шов должен отвечать за прочность и гибкость неопрена. При изучении было выявлено несколько видов швов:

–Бесшовная технология.

- Спайка силиконовой лентой.
- Спайка tb3x лентой.
- Слепой gbs шов со спайкой в критических местах.
- Плоский шов flatlock.

Каждый шов уникален по своим свойствам. Бесшовная технология благодаря тому, что спаивается и проклеивается трижды без стежков, выводит данный вид на новый уровень, это оставит дайвера абсолютно сухим, плоская гладкая поверхность исключит раздражение кожи, отсутствие сшитых швов не имеет возможности распуститься, костюм при этом очень эластичный и очень прочный на разрыв.

Спайка силиконовой лентой. Этот шов также трижды проклеен, но в данном случае имеется прошитый шов, он является революционной конструкцией благодаря использованию высококачественного мягкого уретана на основе силикона, наносится он в жидкой форме на внешнюю часть шва. Такой шов исключает натирание и полностью блокирует попадание воды в гидрокостюм (рис.6).

Далее слепой шов GBS со спайкой. Этот вид соединительного шва называется слепым за счет того, что прошивка производится только по внешней части неопрена,

так игла не протыкает всю ткань насквозь. Дополнительное склеивание деталей для усиления прочности шва наносится только в критических областях водолазного костюма [4].

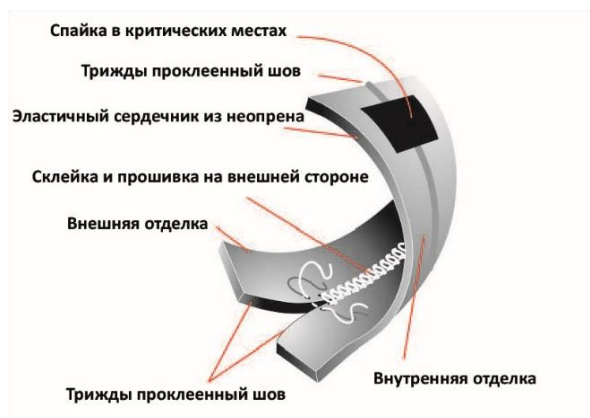


Рис. 6. «Слепой» соединительный шов.

Во время проведения анализа были изучены не только неопреновые гидрокостюмы, но и новейшие разработки в области эко-костюмов. Классический неопреновый костюм представляет собой вспененное соединение синтетического каучука, называемого полимером. Неопрен создается с помощью химических процессов, вызываемых свободными радикалами полимеризации chloroprene - где жидкие соединения комбинируются так, что они меняют химическую структуру для более длинных цепей полимера. После этого процесса будущий неопрен расплавляют вместе с пенообразователями и другими соединениями.

В процессе создания неопренового материала используют связующие между хлоропреном и другими химическими элементами. Данный процесс приводит к созданию основы для неопрена. А если рассмат-

ривать неопрен, состоящий из известняка, то он производится во многом по той же системе, за исключением того, что в эко-гидрокостюмах связующим веществом является известняк [5].

Разработчики The Fair Cottage начали исследовать альтернативу против добывания неопрена химическим путем. Неопрен из-за своего химического состава требует высоких энергозатрат при добыче нефти, а также большой проблемой остаётся утилизация неопренового костюма после окончания срока годности.

В ходе разработок появились эко-гидрокостюмы. Это не первая компания, которая работает над разработками эко-костюмов. Компания Sooruz совместно с технологиями GURU PRO попыталась с помощью использования бамбуковых волокон или переработанного полиэстера создать эко-гидрокостюм (рис.7)



Рис. 7. Модель эко- гидрокостюма.

Также разработчики Wilduits, разработали модель эко-гидрокостюма из известняка, и использовали экологичный неопрен Limestone. Данный вспененный материал производится из известняка. Так как этот материал природного происхождения, что позволяет этим гидрокостюмам уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду.

Также были изучены разработки Xcel. Мимо этих инновационных разработок пройти невозможно. Эта компания усовершенствовала свою теплую и технологичную линейку гидрокостюмов Drylock, эти костюмы можно надевать даже в ледяной воде.

В костюмах нового поколения был обновлен внутренний слой TDC (Thermo Dry Celliant). Данный слой одобрен со стороны Министерства здравоохранения США. В этот слой в процессе прядения волокна добавили новый минерал, позволяющий телу сохранять тепло, выделяемое в процессе инфракрасного излучения. Также высокое содержание минералов в волокне обеспечивает наименьшее влагопоглощение и позволяет ускорить процесс высыхания. Так гидрокостюм становится еще и легче.

Гидрокостюмы линейки Drylock утеплены с головы до ног и имеют два варианта подкладки с новейшей формулой Xcel Celliant Black. Это красный жаккард с высоким ворсом Red Celliant Black практически по всему гидрокостюму и черно-белый принт Celliant Black для лучшего утепления критических зон.

Данный вспененный материал Japanese Limestone Neoprene в серии Drylock – это ультраэластичный японский хлоропрен на основе известняка. Вместо нефтяных продуктов для его создания используется добытый в шахтах известняк, что делает его гораздо менее вредным для экологии. Нанопрен – более плотный и эластичный неопрен в сравнении с материалами предыдущих поколений, который обеспечивает максимальное тепло, эластичность, сохраняя при этом форму.

Разработчики обратили внимание не только на теплопроводность материала, но и обеспечили костюм водонепроницаемой молнией на магнитной застёжке, блокирующие попадание воды манжеты и специально

разработанный дизайн для идеальной посадки, и даже экологичное окрашивание Dore dye, предотвращающее выцветание [6].

Заключение, выводы

Делая вывод, можно сказать, что компания O'neill на протяжении многих лет внесла большой вклад в мир гидрокостюмов. Каждый год ученые, технологи и инженеры работают над новыми концепциями, усовершенствуя предыдущие модели гидрокостюмов. Благодаря трудам, экспериментам и разработкам многих ученых рождаются новые более качественные, отвечающие необходимым требованиям костюмы. При этом дизайнеры предлагают для них новые варианты дизайна костюма, чтоб качество соответствовало стилю.

Однако, предложенные ведущими фирмами гидрокостюмы не в полной мере отвечают функциональным требованиям при проведении работ в глубоководных условиях.

В связи с этим, наши дальнейшие исследования будут направлены на решение вопросов по минимизации соединений деталей гидрокостюмов, повышение износостойкости, а также обеспечение защитных свойств от холода и давления путем разработки эффективных компонентов пакетов гидрокостюма и применением в локальных участках изделия [7-9].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуфарова З.У., Ташпулатов С.Ш. Анализ применяемых вспененных материалов для изготовления изделий в глубоководных условиях // Сборник трудов международной научно-практической конференции, Наманганский инженерно-технологический институт, 22-23 апреля 2021 года. – с.321-328.
2. Зуфарова З.У., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В. и др. Анализ способов соединения деталей специальной одежды, предназначенных для экстремальных условий. // Сборник трудов международной научно-практической конференции, Наманганский инженерно-технологический институт, 22-23 апреля 2021 года, с.28-32.
3. Moran J. L. et al. Noble-gas-infused neoprene closed-cell foams achieving ultra-low thermal conductivity fabrics. / RSC Advances, 2018 DOI: 10.1039/C8RA04037K.
4. Сугоршина А. Инновации в гидрокостюмах (обзор технологий O'Neill Wetsuits 2020) Режим доступа: <https://sportaqua.ru/blog/innovacii-v-gidrokostyumah-obzor-tehnologiy-oneill-wetsuits-2020/> Дата обращения: 12.06.2021

5. Гидрокостюмы Drylock и Drylock X от Xcel для самых холодных волн Режим доступа: <https://shop.gosurf.ru/blogs/blog/gidrokostyumy-drylock-i-drylock-x-ot-xcel-dlya-samyh-holodnyh-voln> Дата обращения: 12.06.2021

6. Инновационный неопрен в гидрокостюмах Ride Engine Режим доступа: https://www.kite.ru/information_channel/reviews/obzor_gidrokostyumov_ride_engine/ Дата обращения: 12.06.2021

7. Черунова И.В., Сирота Е.Н., Ташпулатов С.Ш., Зуфарова З.У. и др. Исследование влияния пористости на теплопроводность однослойных вспененных материалов типа «неопрен» // Журнал «Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности», ИВГПУ, 2021, №3, С. 75-80

8. Зуфарова З.У., Ташпулатов С.Ш., И.В.Черунова. Особенности формирования компонентов пакета для изделий специального назначения // Всероссийский круглый стол с международным участием «Проблемы текстильной отрасли и пути их решения», 22.11.2020, С.82-85.

9. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Румянцев Е.В., С.Ш.Ташпулатов и др. Исследование микроструктуры волокнистых материалов для поликомпонентных функциональных утеплителей // Журнал «Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности», ИВГПУ, 2020, №5, С. 39-45

REFERENCES

1. Zufarova Z.U., Tashpulatov S.SH. Analiz primenyaemykh vspenennykh materialov dlya izgotovleniya izdelii v glubokovodnykh usloviyakh // Sbornik trudov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Namanganskii inzhenerno-tekhnologicheskii institut, 22-23 aprelya 2021 goda. – s.321-328. (in Russian)

2. Zufarova Z.U., Tashpulatov S.SH., Cherunova I.V. i dr. Analiz sposobov soedineniya detalei spetsial'noi odezhdy, prednaznachennykh dlya ehkstremaal'nykh uslovii. // Sbornik trudov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii,

Namanganskii inzhenerno-tekhnologicheskii institut, 22-23 aprelya 2021 goda, s.28-32 (in Russian)

3. Moran J. L. et al. Noble-gas-infused neoprene closed-cell foams achieving ultra-low thermal conductivity fabrics. / RSC Advances, 2018 DOI: 10.1039/C8RA04037K.

4. Sutorshina A. Innovatsii v gidrokostyumakh (obzor tekhnologii O'Neill Wetsuits 2020) Rezhim dostupa: <https://sportaqua.ru/blog/innovatsii-v-gidrokostyumakh-obzor-tehnologiy-oneill-wetsuits-2020/> Data obrashcheniya: 12.06.2021 (in Russian)

5. Gidrokostyumy Drylock i Drylock X ot Xcel dlya samykh kholodnykh voln Rezhim dostupa: <https://shop.gosurf.ru/blogs/blog/gidrokostyumy-drylock-i-drylock-x-ot-xcel-dlya-samyh-holodnyh-voln> Data obrashcheniya: 12.06.2021 (in Russian)

6. Innovatsionnyi neopren v gidrokostyumakh Ride Engine Rezhim dostupa: https://www.kite.ru/information_channel/reviews/obzor_gidrokostyumov_ride_engine/ Data obrashcheniya: 12.06.2021 (in Russian)

7. Cherunova I.V., Sirota E.N., Tashpulatov S.SH., Zufarova Z.U. i dr. Issledovanie vliyaniya poristosti na teploprovodnost' odnosloinykh vspenennykh materialov tipa «neopren» // Zhurnal «Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti», IVGPU, 2021, №3, S. 75-80 (in Russian)

8. Zufarova Z.U., Tashpulatov S.SH, I.V.Cherunova. Osobennosti formirovaniya komponentov paketa dlya izdelii spetsial'nogo naznacheniya // Vserossiiskii kruglyi stol s mezhdunarodnym uchastiem «Problemy tekstil'noi otrasli i puti ikh resheniya», 22.11.2020, S.82-85. (in Russian)

9. Cherunova I.V., Stefanova E.B., Rummyantsev E.V, S.SH.Tashpulatov i dr. Issledovanie mikrostrukturnykh voloknistykh materialov dlya polikomponentnykh funktsional'nykh uteplitelei // Zhurnal «Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti», IVGPU, 2020, №5, S. 39-45 (in Russian)