

Химическая технология

Краткое сообщение/Short message

УДК 54.03

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-312-316>

Влияние морской среды на свойства текстильных материалов для одежды

Ирина В. Черунова	¹	i_sch@mail.ru
Анна М. Коринтели	¹	hitarova2015@yandex.ru
Мария П. Стенькина	¹	s-akura@yandex.ru
Татьяна Ю. Лесникова	¹	tanyarule@mail.ru

¹ Донской государственный технический университет, Шевченко, 147, г. Шахты, 346500, Россия

Реферат. В статье представлены данные о влиянии морской среды на текстильные материалы. Обоснованы агрессивные компоненты морской среды, контактирующие с поверхностью одежды: морская соль и нефть. Морская соль является неотъемлемой частью морской воды и накапливается в структуре одежды. Нефть включается в компоненты морской воды в чрезвычайных ситуациях на объектах морской добычи и морского транспорта нефти и нефтепродуктов. Это приводит к изменению свойств текстильных материалов, которые зависят от концентрации агрессивных компонент в структуре текстильных материалов. Активную концентрацию агрессивных компонентов в текстиле определяет его способность к поглощению жидкости. Установлены особенности изменения объема различных текстильных волокон при взаимодействии с жидкостями. Обоснована структура морской соли и химический состав нефти, которые определяют изменение свойств контактирующего с ними текстиля. В результате систематизации современных данных о материалах для одежды, применяемой в морских технологиях, сформирована информационная база ведущих современных волокнистых материалов для защитной одежды, и выделены опорные материалы для исследований. Установлено, что наличие морской соли во влажной контактной среде с поверхностью специальной ткани на хлопчатобумажной основе для всех образцов материалов приводит к снижению их капиллярности. Установлено, что пакеты материалов на основе тканей из смешанных волокон имеют показатели проницаемости по отношению к сырой нефти ниже хлопчатобумажных поверхностей одежды. При этом использование в комплекте с такими материалами утеплителей типа холлофайбер снижает уровень насыщения одежды рассматриваемыми жидкостями. В статье представлены экспериментально полученные данные о проницаемости морской воды и нефти в специальные материалы для одежды. Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки России в Донском государственном техническом университете в рамках Государственного задания 2017–2019 гг. по проекту №11.9194.2017/БЧ.

Ключевые слова: текстильные материалы, капиллярность, водопоглощение, морская вода, нефть, свойства одежды

The influence of the marine environment on the properties of clothestextile materials for clothing

Irina V. Cherunova	¹	i_sch@mail.ru
Anna M. Korinteli	¹	hitarova2015@yandex.ru
Maria P. Stenkina	¹	s-akura@yandex.ru
Tatyana Yu. Lesnikova	¹	tanyarule@mail.ru

¹ Don State Technical University, Shevchenko, 147, Shakhty, 346500, Russia

Summary. The article presents data on the influence of the marine environment on textile materials. Aggressive components of the marine environment that contact the surface of clothing (sea salt and oil) are justified. Sea salt is an integral part of seawater. It accumulates in the clothing structure. Oil is included in the components of seawater in emergency situations at offshore oil and petroleum products and sea transport facilities. This leads to a change in the properties of textile materials, which depend on the concentration of aggressive components in the structure of textile materials. The active concentration of aggressive components in textiles is determined by its ability to absorb liquid. Specific features of changing the volume of various textile fibers during interaction with liquids are established. Structure of sea salt and the chemical composition of oil. This determines the change in the properties of the textile in contact with them. The structure of sea salt and the chemical composition of oil is justified. This determines the change in the properties of textiles. As a result of the systematization of modern data on clothing materials that are used in marine technology, the information base of the leading modern fibrous materials for protective clothing was formed. The reference materials for research are allocated. It was found that the presence of sea salt in a moist contact medium with a surface of a special fabric on a cotton basis for all samples of materials led to a decrease in their capillarity. It has been established that packages of materials based on mixed-fiber fabrics have permeability parameters with respect to crude oil below the cotton garment surfaces. The application in combination with such materials of holofiber insulation reduces the level of saturation of clothing with the liquids examined. The article presents experimental data on the permeability of sea water and oil in special materials for clothing. The work was supported by the Ministry of Education and Science of Russia in the Don State Technical University within the framework of the State task 2017-2019 under the project No. 11.9194.2017/БЧ.

Keywords: textile materials, capillarity, water absorption, sea water, oil, properties of clothing

Для цитирования

Черунова И.В., Коринтели А.М., Стенькина М.П., Лесникова Т.Ю. Влияние морской среды на свойства текстильных материалов для одежды // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 312–316. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-312-316

For citation

Cherunova I.V., Korinteli A.M., Stenkina M.P., Lesnikova T.Yu. The influence of the marine environment on the properties of clothestextile materials for clothing. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 312–316. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-312-316

Введение

Комфорт и безопасность человека, занятого в морской индустрии, обеспечивается защитной одеждой [1]. Особенности жизнедеятельности человека здесь связаны с систематическими видами работ на море [2] и с чрезвычайными ситуациями. Результаты исследований [3] свидетельствуют, что несмотря на развитие технологий безопасности в последнее десятилетие последствия аварий на море остались в среднем на постоянном уровне. Большую долю в последствиях чрезвычайных ситуаций на море занимает разлив нефти [4]. Таким образом, типичные и чрезвычайные условия жизнедеятельности человека на море сопровождаются, как правило, контактом с морской водой и периодически сырой нефтью и ее продуктами. В первую очередь, этот контакт происходит с поверхностью одежды. Морская соль накапливается в структуре одежды. Нефть включается в компоненты морской воды в чрезвычайных ситуациях на объектах морской добычи и морского транспорта нефти и нефтепродуктов. Это приводит к изменению свойств текстильных материалов, которые зависят от концентрации агрессивных компонентов в структуре текстильных материалов [5]. Наличие морской соли и / или нефти на поверхности и в слоях одежды может привести к потере её первичных защитных свойств, а также общего эксплуатационного комфорта. Цель работы исследование способности текстильных материалов к поглощению влаги, морской соли и сырой нефти для оценки вероятности потери защитных свойств одежды.

Активную концентрацию агрессивных компонентов в текстиле определяет его способность к поглощению жидких веществ. Влияние влаги на свойства текстильных материалов имеет много аспектов исследований, в том числе влияние на прочность материалов [6], их тепловые и гигиенические свойства. Однако влияние морской соли и нефти на одежду остается малоизученным. Активность проникновения морской соли в текстильные материалы во многом зависит от способности к впитыванию влаги текстильными волокнами [5]. В таблице 1 представлены систематизированные данные об уровне увеличения объема волокон различной природы при контакте с жидкостью [7]. Разная способность текстильных волокон к изменению объема и взаимодействию с жидкостями объясняется их химическим составом, молекулярной структурой и характеристиками жидкости. Существуют исследования, которые учитывают не только взаимодействие текстиля с базовой

фазой жидкости, но и её производными (пены). Полученная авторами [8] модель может быть использована для описания полуколичественного процесса впитывания пены. Экспериментальные исследования поглощения текстилем жидкости выполнялись в автономном режиме и показали некоторые аномалии реологических свойств [9], которые имеют частичные описания с использованием разных теоретических подходов [8]. Агрессивные компоненты морской воды имеют особые характеристики. Морская соль представляет собой кристаллы, которые способны внедряться в структуру текстиля и задерживаться в ней [10]. В отличие от морской соли нефть представляет собой смесь углеводородов различного молекулярного веса. Они имеют разные температуры кипения с гетероатомами кислорода, серы, азота, некоторых металлов и органических кислот. Известны основные структурные элементы нефти: углерод, водород, сера, азот и металлы. Однако известных описаний свойств текстильных материалов, контактирующих в одежде с перечисленными компонентами, недостаточно. Поэтому исследование материалов под воздействием агрессивных компонентов морской среды представляет научный интерес для повышения качества процессов создания и надежности эксплуатации одежды.

Экспериментальные исследования проницаемости морской соли и нефти в современные защитные ткани позволяют обосновать оценку и прогнозирование поведения защитной одежды в сложных условиях морской среды.

Анализ представленных данных (таблица 1) показывает, что средний уровень изменения увлажненного объема волокон относительно других вариантов характерен для хлопка и льна. Это позволяет рассматривать данные волокна в качестве основы материалов, наиболее предрасположенных к воздействию морской среды. В результате систематизации современных данных о материалах для одежды, применяемой в морских технологиях, сформирована информационная база ведущих современных волоконистых материалов для защитной одежды [11]. Для проведения исследований были выделены опорные материалы, которые имеют широкое применение и высокие эксплуатационные свойства [12] из группы защитных тканей на основе хлопчатобумажных волокон с огнезащитными свойствами [13]. Большой перечень защитных свойств и технологических отделок в данной группе материалов присутствует в защитных тканях типа Flamestat cotton/Flameshield [13]. На их основе проведены исследования процессов поглощения ими жидкостей.

Объемные характеристики водопоглощения текстильных волокон

Table 1.

Volumetric characteristics of water absorption of textile fibers

Волокно	Возрастание (Increase), %		
	Длина волокна Fiber length	Площадь поперечного сечения волокна Fiber cross-sectional area	Объем волокон Volume of fibers
Хлопок Cotton	1,0–1,2	22–42	40–45
Лен Flax	1,0–1,2	25–40	40–45
Шерсть Wool	1,2–1,8	18–38	36–41
Натуральный шелк Natural silk	1,5	20	30–40
Вискоза (комплексная) Viscose (complex)	3–5	40–50	80–110
Вискоза (штапельная) Viscose (staple)	5–8	50–65	95–120
Бенгалин Bengaline	–	–	60–65
Ацетат Acetate	0,1	6–11	20–25
Триацетат Triacetate	–	–	12–18
Нейлон Nylon	1,2	2–5	10–14
Лавсан Lavsan	–	–	3–5
Нитрон Nitron	–	–	4–6
Итого Result	1,1	8–10	25

Материалы и методы

Для установления влияния морской соли на насыщение влагой материалов были проведены экспериментальные исследования изменения показателей их капиллярности в соответствии с ГОСТ при различных условиях: в простой воде, солевом растворе, а также после выдержки образцов в нормальных условиях. Условия эксперимента: раствор морской соли 12%, температура 22 °С, влажность воздуха 66%, в качестве устройства нормирования соли использован солемер Kelilong KL-1385-KL. Для сравнительного анализа были использованы материалы родственного типа: ткань «Универсал» двух плотностей – 380 и 350 г./м² производства Walls, имеющая в своем переплетении 100 % хлопчатобумажных волокон с встроенной антистатической нитью. Каждая ткань имеет огнестойкую отделку.

Результаты и обсуждение

Результаты представлены на рисунке 1.

Выявленное поведение материалов характерно для контакта с морской солью текстильных волокон по перпендикулярному срезу. Полученные данные говорят о том, что можно ожидать невысокий уровень насыщения специальных тканей агрессивными жидкостями со стороны продольной.

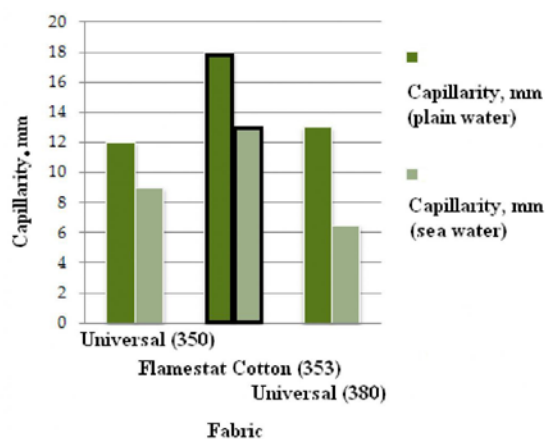


Рисунок 1. Влияние морской соли на капиллярность защитных текстильных материалов для одежды

Figure 1. Effect of sea salt on the capillarity of protective textile materials for clothing

В отличие от водного раствора морской соли сырая нефть имеет другие показатели вязкости [10]. Поэтому прогнозировать проницаемость нефти в текстильные материалы, опираясь на данные взаимодействия с простой и морской водой, нельзя. При этом важно исследовать не только поведение материала поверхности одежды, который в той или иной мере насыщается компонентами агрессивных жидкостей [13]. Большое значение имеет оценка проницаемости таких жидкостей в глубину пакета текстильных материалов. Внутренние слои данной одежды состоят из волокнистых объемных материалов различной природы.

Заключение

На основе проведенных исследований [7] в соответствии с рисунком 1 установлено, что наличие морской соли во влажной контактной среде с поверхностью специальной ткани на хлопчатобумажной основе для всех образцов материалов приводит к снижению их капиллярности. Установлено, что пакеты материалов на основе тканей из смешанных волокон имеют показатели проницаемости по отношению к сырой нефти ниже хлопчатобумажных поверхностей одежды. При этом использование в комплекте с такими материалами утеплителей типа холлофайбера снижает уровень насыщения одежды рассмотренными жидкостями.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ Р 12.4.236 – 2011. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Введен 01.12.2011. М.: Стандартинформ, 2012. 31 с.
- 2 Сирота Е.Н. Развитие технологий проектирования гидрокостюмов // Инженерный вестник Дона. 2016. № 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2016/3696.
- 3 Eleftheria E., Apostolos P., Markos V. Statistical analysis of ship accidents and review of safety level // Safety Science. 2016. P. 282–292.
- 4 Statistical analysis. Alerts and accidents database. Regional Information System (RIS). Valetta, 2011. 33 p.
- 5 Пат. 2253858, RU, МПК G 01 № 15/08, 33/36. Способ определения водопоглощаемости объемных текстильных материалов из полиэфирных волокон / Сергеев С.Н., Бринк И.Ю., Урванцева М.Л. № 2003133726/28; Заявл. 2003133726; Опубл. 10.06.2005, Бюл. № 16.
- 6 Mansoor I., Munazza S., Aleem A., Kamran A. et al. Textile Environmental Conditioning: Effect of Relative Humidity Variation on the Tensile Properties of Different Fabrics // Journal of Analytical Sciences. 2012. V. 2. P. 92–97.
- 7 Cherunova I., Lesnikova T., Korinteli A. Effect of Aggressive Components of the Marine Environment the Protective Properties of the Textile Materials // Solid State Phenomena. 2017. V. 265. P. 187–191.
- 8 Bard E., Mollendor J. Predicting the Thermal Conductivity of Foam Neoprene at Elevated Ambient Pressure // Journal of Thermal Science and Engineering Applications. 2010. V. 2. P. 5.
- 9 Chen Daniel T.N., Wen Qi, Janmey P.A., Crocker J.C. et al. Rheology of Soft Materials // Annual Review of Condensed Matter Physics. 2010. V. 1. P. 301–322.
- 10 Desarnaud J., Derluyn H., Molari L., Miranda S. et al. Drying of salt contaminated porous media: Effect of primary and secondary nucleation // American Institute of Physics, Journal of Applied Physics. 2015. V. 118. № 11. P. 114901. doi: 10.1063/1.4930292
- 11 Cherunov P.V., Cherunova I.V., Knyazeva S.V., Stenkina M.P. et al. The development of the research techniques of structure and properties of composite textile materials when interacting with viscous fractions of hydrocarbon // Proceedings of the 7th International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, Structural membranes 2015, Barselone. 2015. P. 555–564.

Представленные результаты позволяют идентифицировать водный раствор морской соли и сырую нефть как жидкости, которые сохраняют основные тенденции зависимости насыщения ими материалов различного состава волокон. При этом солевая среда приводит к общему снижению движения жидкости от конца волокон по их длине. Полученные данные представляют собой новый элемент информационной базы для оценки процессов взаимодействия одежды с жидкими компонентами морской среды. Это позволяет прогнозировать и обеспечивать более высокий уровень стабильности исходных защитных свойств одежды, эксплуатируемой в условиях агрессивной морской среды.

12 Еремина Ю.В., Куренова С.В. Разработка компьютерной программы для выбора рационального пакета материалов // Сборник Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Научно-практическая конференция, посвященная 85-летию ДГТУ. под общей научной редакцией В.Е. Жидкова, 2015. С. 304–309.

REFERENCES

- 1 GOST R 12.4.236–2011. Sistema standartov bezopasnosti truda. Odezhda special'naya dlya zashchity ot ponizhennyh temperatur [State Standard 12.4.236-2011. Occupational safety standards system. Special clothing for protection against low temperatures]. Moscow, Standartinform, 2012. 31 p. (in Russian)
- 2 Sirota E.N. Development of wetsuit design technologies. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. 2016. no. 3. Available at: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2016/3696. (in Russian)
- 3 Eleftheria E., Apostolos P., Markos V. Statistical analysis of ship accidents and review of safety level. Safety Science. 2016. pp. 282–292.
- 4 Statistical analysis. Alerts and accidents database. Regional Information System (RIS). Valetta, 2011. 33 p.
- 5 Sergeenko S.N., Brink I. Yu., Urvantseva M.L. Sposob opredeleniya vodopogloshchaemosti obemnyh tekstil'nyh materialov iz poliefirnyh volokon [Method for determining the water absorption of bulk textile materials from polyester fibers]. Patent RF, no. 2253858, 2005. (in Russian)
- 6 Mansoor I., Munazza S., Aleem A., Kamran A. et al. Textile Environmental Conditioning: Effect of Relative Humidity Variation on the Tensile Properties of Different Fabrics. Journal of Analytical Sciences. 2012. vol. 2. pp. 92–97.
- 7 Cherunova I., Lesnikova T., Korinteli A. Effect of Aggressive Components of the Marine Environment the Protective Properties of the Textile Materials. Solid State Phenomena. 2017. vol. 265. pp. 187–191.
- 8 Bard E., Mollendor J. Predicting the Thermal Conductivity of Foam Neoprene at Elevated Ambient Pressure. Journal of Thermal Science and Engineering Applications. 2010. vol. 2. pp. 5.
- 9 Chen Daniel T.N., Wen Qi, Janmey P.A., Crocker J.C. et al. Rheology of Soft Materials. Annual Review of Condensed Matter Physics. 2010. vol. 1. pp. 301–322.

10 Desarnaud J., Derluyn H., Molari L., Miranda S. et al. Drying of salt contaminated porous media: Effect of primary and secondary nucleation. *American Institute of Physics, Journal of Applied Physics*. 2015. vol. 118. no. 11. pp. 114901. doi: 10.1063/1.4930292

11 Cherunov P.V., Cherunova I.V., Knyazeva S.V., Stenkina M.P. et al. The development of the research techniques of structure and properties of composite textile materials when interacting with viscous fractions of hydrocarbon. *Proceedings of the 7th International Conference*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина В. Черунова д.т.н., профессор, кафедра конструирования, технологий и дизайна, Донской государственной технической университет, Шевченко, 147, г. Шахты, 346500, Россия, i_sch@mail.ru

Анна М. Коринтели студент, кафедра конструирования, технологий и дизайна, Донской государственной технической университет, Шевченко, 147, г. Шахты, 346500, Россия, hitarova2015@yandex.ru

Мария П. Стенькина аспирант, кафедра конструирования, технологии и дизайна, Донской государственной технической университет, Шевченко, 147, г. Шахты, 346500, Россия, s-akura@yandex.ru

Татьяна Ю. Лесникова аспирант, кафедра конструирования, технологий и дизайна, Донской государственной технической университет, Шевченко, 147, г. Шахты, 346500, Россия, tanyarule@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина В. Черунова консультация в ходе исследования

Анна М. Коринтели проведение эксперимента

Мария П. Стенькина анализ литературных источников

Татьяна Ю. Лесникова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.03.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2018

on Textile Composites and Inflatable Structures, Structural membranes 2015, Barselone. 2015, pp. 555–564.

12 Eremina Yu.V., Kurenova S.V. Development of a computer program for choosing a rational package of materials. *Sbornik Innovacionnye napravleniya razvitiya v obrazovanii, ehkonomie, tekhnike i tekhnologiyah* [The collection Innovative directions of development in education, economics, technology and technologies. Scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of Don state technical university. under the general scientific version of V.E. Zhidkova]. 2015, pp. 304–309. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina V. Cherunova Dr. Sci. (Engin.), professor, construction, technologies and design department, Don state technical university, Shevchenko, 147, Shakhty, 346500, Russia, i_sch@mail.ru

Anna M. Korinteli student, construction, technologies and design department, Don state technical university, Shevchenko, 147, Shakhty, 346500, Russia, hitarova2015@yandex.ru

Maria P. Stenkina graduate student, construction, technologies and design department, Don state technical university, Shevchenko, 147, Shakhty, 346500, Russia, s-akura@yandex.ru

Tatyana Yu. Lesnikova graduate student, construction, technologies and design department, Don state technical university, Shevchenko, 147, Shakhty, 346500, Russia, tanyarule@mail.ru

CONTRIBUTION

Irina V. Cherunova consultation during the study

Anna M. Korinteli conducted an experiment

Maria P. Stenkina review of the literature on an investigated problem

Tatyana Yu. Lesnikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.6.2018

ACCEPTED 4.12.2018