

УДК 677.076.9
DOI 10.47367/0021-3497_2023_3_87

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХИМИЧЕСКИ АГРЕССИВНЫХ СРЕД**

**DESIGN AND PREDICTION OF MATERIAL PROPERTIES
FOR PROTECTION AGAINST CHEMICALLY AGGRESSIVE ENVIRONMENTS**

*В.И. БЕСШАПОШНИКОВА¹, Е.А. ЛОГИНОВА¹, Н.Е. КОВАЛЕВА², И.В. СТЕПАНОВА¹, А.В. СМИРНОВА¹
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA¹, Ye.A. LOGINOVA¹, N.Ye. KOVALEVA², I.V. STEPANOVA¹, A.V. SMIRNOVA¹*

¹Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
²Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина)

¹Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
²Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin)

E-mail: vibesvi@yandex.ru

В работе представлены результаты проектирования структуры и исследования свойств многослойных материалов для химзащитной спецодежды, которые характеризуются высокой прочностью и обеспечивают 6 класс защиты по сопротивлению прониканию жидкого о-ксилола и паров аммиака, что позволяет рекомендовать полученные многослойные материалы для производства химзащитной спецодежды. Разработана математическая модель для прогнозирования зависимости проницаемости опасных

химических веществ от основных параметров структуры и свойств текстильного материала.

The paper presents the results of designing the structure and studying the properties of multilayer materials for chemical protective clothing, which are characterized by high strength and provide protection class 6 in terms of resistance to the penetration of liquid o-xylene and ammonia vapor, which allows the resulting multilayer materials to be recommended for the production of chemical protective clothing. A mathematical model has been obtained to predict the permeability of hazardous chemicals from the main parameters of the structure and properties of the textile material.

Ключевые слова: проектирование, свойства, структура, текстильные полотна, химзащита, токсичные вещества.

Keywords: design, properties, structure, textile fabrics, chemical protection, toxic substances.

На химических и нефтеперерабатывающих предприятиях, в местах захоронения химических, ядерных и других опасных токсичных отходов рабочие подвергаются воздействию вредных агрессивных сред производства. Поэтому надежная защита персонала химически опасных объектов, а также спасателей и ликвидаторов последствий чрезвычайных ситуаций является важной и актуальной задачей.

Различают два основных типа защитной одежды: средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК) изолирующего и фильтрующего типов. СИЗК изолирующего типа изготавливают, как правило, из тяжелых прорезиненных материалов, которые обладают высокой стойкостью к опасным и токсичным химическим веществам, но значительно увеличивают массу самого изделия [1...6]. Пребывание в такой одежде даже короткое время вызывает дискомфорт пользователя, нарушает теплообмен и влажность пододежного пространства.

Для решения данных проблем разработана многослойная структура материалов, содержащих мембранный слой, который селективно пропускает вещества в одном направлении и препятствует их прохождению в обратную сторону [7, 8].

Для повышения уровня защиты от воздействия более широкого спектра химичес-

ки опасных веществ использовали ткани со специальной защитной отделкой, которые рекомендуются для защиты от концентрированных кислот, однако не обеспечивают высокий уровень защиты от токсичных веществ не менее 6 часов [9]. В качестве основного (лицевого) слоя разрабатываемой многослойной структуры материалов выбраны ткани с химзащитной отделкой отечественных производителей: ткани компании ОАО «Моготекс» арт. 15С18-КВ и ткань Грета арт. 4С5-КВ, предназначенные для защиты от концентрированной 80% серной кислоты; ткани для химической промышленности ГК «Чайковский текстиль» Премьер 250А арт. 81408АМ и Премьер Standard 250 арт. 81421 с нефте-, масло-, водоотталкивающей (НМВО) и кислотостойкой отделкой; трехслойная ткань Vautex SL (США, DuPont) с покрытием с внутренней стороны бутиловым каучуком, с наружной – Viton марки А; ткань YL-C/C27511-1 (компании Yulong, Китай) с антикислотной и антищелочной отделкой; ткань Umex CP-12 (фирма Dräger GmbH, Германия) с поливинилхлоридным покрытием [8]. Характеристики структуры и показатели свойств выбранных тканей для формирования структуры многослойного материала для химзащиты представлены в табл. 1.

Наименование показателей	Ткани верха многослойного материала						
	Vautex SL (США)	Umex CP-12 (Германия)	YL-C/C 27511-1 (Китай)	Моготекс		Чайковский текстиль	
				Арт. 15С18-КВ	Грета арт. 4С5-КВ	Премьер 250А	Премьер Standard 250
Поверхностная плотность, г/м ²	310	287	275	220	210	250	250
Вид переплетения, отделка	саржа 3/1, БК+ витон	саржа 3/1, ПВХ, НМВО, К80, Ш20	саржа 3/1, ВО, К80, Ш20	саржа 3/1, МВО, К80, Ш20	саржа 3/1, МВО, К80, Ш20	саржа 3/1, НМВО, К80, Ш20	саржа 3/1, НМВО, К80, Ш20
Волокнистый состав, %	100 ноекс	100 полиэфир	100 хлопок	100 полиэфир	51 хлопок, 49 полиэфир	67 полиэфир, 33 хлопок	65 полиэфир, 35 хлопок
Толщина ткани, мм	1,12	1,18	0,82	0,85	0,84	0,87	0,84
Паропроницаемость, г/м ² , за 24 ч	1545	1454	1965	1887	1913	1810	1765
Прочность при раздирании, Н, по основе/утку	181,2/ 148,3	122,3/ 110,0	69,5/ 63,3	101,0/ 89,4	87,4/ 86,1	93,8/ 95,6	95,5/ 92,0
Разрывная нагрузка, Н, по основе/ утку	2211,7/ 2108,4	2050,3/ 1946,0	1145,5/ 987,3	1255,5/ 1021,3	1435,3/ 1102,5	1825,2/ 1478,8	1970,4/ 1656,1
Разрывное удлинение, %, основа/уток	15,3/ 20,0	17,6/ 18,9	20,2/ 23,5	23,2/ 26,5	17,8/ 21,7	22,7/ 24,1	38,5/ 39,9
Стойкость к открытому пламени, с:							
- экспозиция 5 с,	0	1	3	2	1	1	1
-остаточное горение	0	0	1	1	1	0	0
-остаточное тление	0	0	0	0	0	0	0
Время защитного действия, мин:							
- пары аммиака конц. 50 мг/л,	60	65	60	61	60	65	69
-аэрозоль о-ксилола	68	81	65	68	71	77	83
Водоупорность, мм. вод. ст.	925	879	390	424	492	442	512
Гигроскопичность, %	3,41	3,95	6,0	4,05	3,99	4,76	4,71
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² с	7,9	8,4	27,4	15,4	16,5	13,2	11,5

Результаты исследований показали, что все ткани имеют непроницаемую масло-, водо-, нефтеотгаливающую и кислотоустойчивую отделку лицевой стороны, что снижает паропроницаемость и воздухопроницаемость и повышает непроницаемость и упорность тканей. По толщине образцы тканей отличаются незначительно. По поверхностной плотности отечественные ткани на 25-100 г/м² легче импортных, что обеспечит физиолого-психологический комфорт защитной спецодежды.

Наибольшей прочностью обладают ткани с большим содержанием химических волокон, особенно арамидных. Однако ткани, содержащие хлопок, на 1-2% более гигроскопичны. По прочностным свойствам все ткани отвечают нормативным

требованиям ГОСТ 12.4.279-2014. За счет огнезащитной отделки все образцы характеризуются высокой огнестойкостью.

По показателю сопротивления прониканию токсичных веществ, аммиака и о-ксилола все ткани обеспечивают 2 класс защиты (>30 мин, но не более 60 мин), то есть допускается ограниченное (менее 60 мин) использование спецодежды из этих материалов в опасной зоне производства, содержащей аэрозоли и газообразные вещества. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на разработку структуры и исследование свойств новых многослойных материалов для средств защиты от токсичных химических веществ, обеспечивающих длительное (не менее 6 часов) пребывание в спецодежде в опасной зоне.

Результаты исследования свойств мембран, выбранных в качестве объектов исследования, показали, что свойства мембран зависят как от природы мембранообразующего полимера, так и от их структу-

ры, прежде всего толщины и пористости (табл. 2 – основные характеристики структуры и свойств мембран промышленного производства).

Т а б л и ц а 2

Наименование показателей	Мембраны для многослойного материала							
	PUM Alova	PUM Sympatex	МПА 6.6-1	МПА 6.6-2	ПТФЭ Parel	ПТФЭ Suomy	PET Ultrasil	PET Dermizax
Толщина, мкм	18	20	19	21	22	26	19	22
Средний диаметр пор, мкм	0,21	беспо- ровая	0,25	беспо- ровая	0,29	беспо- ровая	0,34	беспо- ровая
Поверхностная плотность, г/м ²	9,5	11,6	10,3	13,6	11,9	14,3	10,6	11,9
Паропроницаемость водяных паров, г/м ² , за 24 ч	8208	3925	6550	2852	8484	3921	7445	3338
Время защитного действия по капле токсичного вещества о-ксилола, мин	52,0	109,50	55,35	130,20	56,11	124,08	55,55	131,42
Время защитного действия по парам токсичного вещества аммиака конц. 50 мг/л, мин	9,10	31,25	7,50	33,15	6,21	35,46	5,11	37,28
Разрывная нагрузка, Н	266	425	221	438	243	448	230	485
Прочность при раздирании, Н	13,8	14,4	13,7	14,9	14,0	14,8	13,1	14,2

П р и м е ч а н и е. PUM – полиуретановая мембрана; ПТФЭ – политетрафторэтиленовая мембрана; МПА – мембрана из полиамида 6.6; PET – мембрана из полиэтилентерефталата.

Поровые мембраны обеспечивают время защитного действия от капель токсичного вещества о-ксилола – 52-56 мин (в соответствии с ГОСТ 12.4.259-2014 для изделий одноразового пользования этот показатель должен быть более 30 мин, для изделий многократного применения – более 360 мин). Все поровые мембраны характеризуются низким показателем времени защитного действия от паров токсичного вещества аммиака (концентрация 0,05 мг/л) – менее 10 минут (по ГОСТ 12.4.279 должно быть >10 мин), поэтому они сами по себе не представляют интереса для изготовления даже одноразовой химзащитной спецодежды.

Беспоровые мембраны в 3-4 раза дольше сопротивляются проницаемости аммиака и обеспечивают защиту в течение 31-37 мин и в 2-2,5 раза – о-ксилолу, поэтому с учетом требований ГОСТ 12.4.279-2014 все четыре беспоровые мембраны можно использовать для изготовления химзащитной спецодежды.

Поровые мембраны характеризуются хорошей паропроницаемостью, и лучшие по этому показателю полиуретановая мембрана PUM Alova и политетрафторэтиленовая ПТФЭ Parel. Беспоровые мембраны по показателю паропроницаемости отвечают требованиям ГОСТ 12.4.279-2014 (более 1800 г/м² за 24 ч).

По прочностным характеристикам беспоровые мембраны в 1,5 раза превосходят поровые (по прочности при растяжении). Однако все мембраны по показателю прочности при раздирании не отвечают требованию – более 5 Н, поэтому мембраны необходимо защищать. Эту функцию в многослойной структуре химзащитного материала выполняют термоклеевые прокладочные материалы (ТКПМ), которые широко применяются в производстве одежды [10], [11]. Характеристики структуры и свойств выбранных для исследования клеевых прокладочных материалов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Термоклеевые прокладочные материалы		
	Трикотаж арт. 481L (Турция)	Ткань арт. 51РА (Китай)	Нетканое полотно арт. 95АТ (Тайвань)
Поверхностная плотность, г/м ²	85	90	95
Волокнистый состав, %	60 полиэфир, 40 вискоза	40 вискоза, 60 полиэфир	50 хлопок, 50 полиэфир
Вид клеевого покрытия	нить полиамид	порошок полиамид	порошок полиамид
Температура плавления, °С	95-105	100-110	100-110
Стойкость к истиранию, цикл	800	2400	1050
Паропроницаемость, г/м ² , за 24 часа	19100	4700	3500
Разрывная нагрузка, Н, по длине / ширине	258,5/249,3	361,7/356,4	121,8/122,9
Разрывное удлинение, %, по длине / ширине	80,3/82,8	39,2/35,0	20,5/19,7

Выбор ТКПМ с полиамидным адгезивом обусловлен его высокой устойчивостью к воздействию многих химических веществ [12]. Наибольшей прочностью при растяжении характеризуются ТКПМ на тканой основе. При этом все прокладочные материалы отвечают требованиям ГОСТ 25441 [13].

Многослойная структура нового материала включала (рис. 1 – Структура многослойного материала для химзащитной спецодежды): 1 слой – ткань с химически стойкой отделкой (см. табл. 1); 2 слой – клеевой адгезив – паутинка полиамидная поверхностной плотности 20 г/м² – для соединения 1 и 3 слоя; 3 слой – мембрана беспоровая (см. табл. 2) и 4 слой – клеевой прокладочный материал (см. табл. 3).

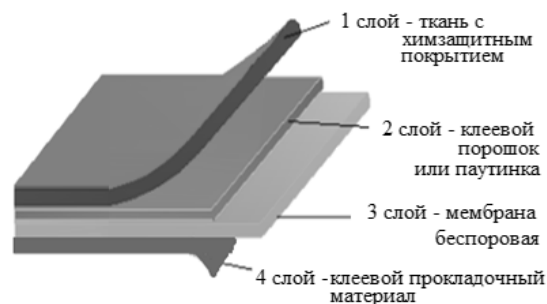


Рис. 1

Структура и свойства полученных многослойных полотен представлены в табл. 4 (характеристики структуры и свойств разработанных многослойных материалов для защиты от химически опасных агрессивных сред).

Таблица 4

Номер образца Структура многослойного материала	Показатели свойств							
	δ, мм	M _S , г/м ²	τ _{окс} , мин	τ _{ам} , мин	КС, %	P _p , Н, основа/уток	P _{разд} , Н, ос- нова/ уток	V _h , г/м ² за 24 ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОБРАЗЕЦ №1 1 – Грета арт. 4С5-КВ 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – мембрана ПТФЕ Suomy 4 – ТКПМ арт. 51РА	1,12	346	471	395	10,3	1975/1789	161/137	1625
ОБРАЗЕЦ №2 1 – Грета арт. 4С5-КВ 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – мембрана PUM Symptex 4 – ТКПМ арт. 51РА	1,11	345	437	387	11,9	1898/1695	160/129	1685
ОБРАЗЕЦ №3 1 – Грета арт. 4С5-КВ 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – мембрана МПА 6.6-2 4 – ТКПМ арт. 51РА	1,07	395	469	391	10,2	1699/1572	169/132	1621

ОБРАЗЕЦ №4 1 – Грета арт. 4С5-КВ 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – мембрана PET Dermizax 4 – ТКПМ арт. 51РА	1,08	400	442	383	9,1	1645/1531	155/128	1698
ОБРАЗЕЦ №5 1 – Премьер Standard 250 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – PET Dermizax 4 – ткань арт. 51РА	1,11	380	360	195	9,8	2480/2105	169/152	1654
ОБРАЗЕЦ №6 1 – Премьер Standard 250 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – МПА 6.6-2 4 – ткань арт. 51РА	1,12	382	360	190	10,1	2398/2087	153/148	1690
ОБРАЗЕЦ №7 1 – Премьер Standard 250 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – PUM Sympatex 4 – ткань арт. 51РА	1,10	381	320	188	10,9	2265/2012	151/145	1710
ОБРАЗЕЦ №8 1 – YL-C/C 27511-1 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – PET Dermizax 4 – ткань арт. 51РА	1,07	405	360	190	13,9	1654/1542	120/98	1710
ОБРАЗЕЦ №9 1 – YL-C/C 27511-1 2 – паутинка арт. 1С8D 3 – МПА 6.6-2 4 – ткань арт. 51РА	1,07	395	360	185	13,2	1699/1572	114/102	1701

Примечания. M_s – поверхностная плотность; δ – толщина; $\tau_{окс}$ – время защитного действия по капле токсичного вещества о-ксилола; $\tau_{ам}$ – время защитного действия по парам аммиака концентрацией 50 мг/л; KC – кислотостойкость, % потери прочности после обработки 80% серной кислотой; P_p – разрывная нагрузка; $P_{разд}$ – прочность при раздирании; V_h – паропроницаемость водяных паров.

Соединение слоев многослойной структуры осуществляли на прессе проходного типа ПГУ 12112 при условиях: увлажнение 10%, давление 0,03...0,04 МПа, время дублирования – 20...25 с при температуре 135...140°C.

Результаты исследования физико-механических свойств разработанных многослойных материалов показали, что все образцы материалов характеризуются высокой прочностью при растяжении до разрыва (1975...1531 Н) и устойчивостью к раздиранию (169...128 Н) (табл. 4). После испытания 80% раствором серной кислоты прочность материалов снижается на 9,1...11,9%, что отвечает требованию ГОСТ 12.4.251-2013 (снижение допуска-

ется менее 15%) и подтверждает кислотостойкость разработанных многослойных материалов.

По показателю сопротивления прониканию жидкого токсичного вещества о-ксилола (табл. 4) все многослойные материалы обеспечивают 6 класс защиты (>360 мин). При этом отмечено, что образцы с политетрафторэтиленовой и полиамидной мембраной на 7...12% более устойчивы к прониканию жидкого токсичного вещества о-ксилола по сравнению с полиуретановыми и полиэфирными мембранами. Материалы с полиуретановой мембраной обеспечивают надежную защиту в течение 320 мин, что соответствует 5 классу защиты (более 240 мин, но менее 360 мин). Время защитного

действия по парам аммиака для всех образцов в пределах 180-195 мин, что соответствует 4 классу защиты (более 120 мин, но менее 240 мин). Разработанные материалы характеризуются несколько возросшей жесткостью – 5-8 сН (рис. 2 – жесткость при изгибе разработанных многослойных материалов для химзащиты: а – по основе, б – по утку).



Рис. 2

За счет введения в структуру материала химзащиты беспоровой мембраны паропроницаемость снижается более чем в 2 раза и находится в пределах 1650-1710 г/м² за 24 часа. Воздухопроницаемость всех образцов – менее 7 дм³/м²с, что нужно учитывать при разработке конструкции и технологии изготовления спецодежды.

Используя теорию подобия и анализа размерностей [14], получили функциональную зависимость проницаемости опасных химических веществ от основных параметров структуры и свойств текстильного материала:

$$V_{\text{хим}} = \frac{d^8 V_h \rho P_p P_{\text{рас}} M_s V_H}{V_H^2 P_{\text{пр}}^4}, \quad (1)$$

где $V_{\text{хим}}$ – сопротивление проницаемости химического вещества, с; V_h – паропроницаемость, г/(м²·с); ρ – плотность ткани, кг/м³; d – толщина ткани, м; P_p – разрывная нагрузка, Н; $P_{\text{пр}}$ – сопротивление проколу, Н; $P_{\text{рас}}$ – прочность расслаивания слоев материала, Н/см; V_H – водоупорность, Па; M_s – поверхностная плотность материала, г/м²; V_H – намокаемость материала, г/м².

Полученная зависимость позволяет оценить стойкость к проницаемости опасных

веществ, а также прогнозировать изменение проницаемости в результате эксплуатации изделий и потери первоначальных свойств химзащитных тканей.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана структура и исследованы свойства многослойных материалов, которые характеризуются высокой прочностью и обеспечивают 6 класс защиты по сопротивлению прониканию жидкого о-ксилола и паров аммиака, что позволяет полученные многослойные материалы рекомендовать для производства спецодежды для защиты от химически токсичных веществ. Все образцы материалов характеризуются высокой прочностью при растяжении и раздирании, а также высокой кислотостойкостью – после испытания 80% раствором серной кислоты прочность материалов снижается лишь на 9...12%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баркалова Н.Ю. СИЗ в химической промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sout-pmf.nethouse.ru/articles/254712>
2. Патент 0432492 EP, МПК8D06 N7/00, D06 N3/18. Protective clothing, in particular heat-resistant, protective garment against chemicals / Altinger Winfried. – №EP19900121771; заявл. 12.03.90; опубл. 19.06.92.
3. Сухова А.А. Разработка многослойного полимерно-текстильного материала для средств индивидуальной защиты от поражающих факторов химической и тепловой природы: дис. ... канд. техн. наук 05.19.01. Казань: КНИТУ, 2017. 149 с.
4. Патент 2445140. Функциональный защитный материал с мембраной, имеющей реакционноспособное внешнее покрытие, и изготовленная из него защитная одежда / Ф.Х. Блюхер, Б. Берингер. – №2010132646/05; заявл. 03.11.2008; опубл. 20.03.2012.
5. Патент 2418680 РФ. Многослойный универсальный защитный материал / Р.Х. Фатхутдинов, И.И. Шергина, В.В. Гайдай, Г.Ф. Гимадиева, Л.Э. Зарипова, Л.М. Лазарева, В.В. Уваев. – №2009136836/05; заявл. 05.10.2009; опубл. 20.05.2011.
6. Патент 5119515 США, МПК8D06 N7/00, D06 N3/18. Article of Protective clothing, in particular protective suit, providing protection heat and chemicals / Altinger Winfried. – №19900613040; заявл. 10.08.90; опубл. 09.06.92.

7. Бесшапошникова В.И., Климова Н.А., Ковалева Н.Е., Логинова Е.А. Научные основы проницаемости и технологии текстильных мембранных материалов: монография. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2021. 203 с.

8. Бесшапошникова В.И., Ковалева Н.Е., Логинова Е.А. Научные основы проектирования материалов и изделий специального назначения: монография. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022. 220 с.

9. ГОСТ 12.4.279-2014 (EN 14325:2004). Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от химических веществ. Классификация, технические требования, методы испытаний и маркировка.

10. Worst P. Worst P. Fusing and interlining matters // Text. Technol. Dig. 1995. V.52. №8. P. 42...48.

11. Ассортимент клеевых лент, кромок и сеток фирмы «Хензель – Текстиль» // Швейная пром-сть. 2003. №4. С. 31...32.

12. Куликова Т.В., Ковалева Н.Е., Бесшапошникова В.И., Штейнле В.А., Смирнова Н.А. Повышение прочности клеевых соединений текстильных материалов для производства швейных изделий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2008. №5. С. 76...78.

13. ГОСТ 25441-90. Полотна клеевые прокладочные. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 1990.

14. Шустов Ю.С. Методы подбора и размерности в текстильной промышленности: монография. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002. 191 с.

4. Patent 2445140. Functional protective material with a membrane having a reactive outer coating and protective clothing made from it / F.Kh. Blucher, B. Behringer // application №2010132646.05; dec. 03.11.2008; publ. 03.20.2012.

5. Patent 2418680 RF. Multilayer universal protective material / R.Kh. Fatkhutdinov, I.I. Shergina, V.V. Gaidai, G.F. Gimadieva, L.E. Zaripova, L.M. Lazareva, V.V. Uvaev // application №2009136836/05; dec. 05.10.2009; publ. 20.05. 2011.

6. Patent 5119515 USA, IPC8D06 N7/00, D06 N3/18. Article of Protective clothing, in particular protective suit, providing protection heat and chemicals [Text] / Altinger Winfried // application №19900613040; dec. 08.10.90; publ.09.06.92.

7. Besshaposhnikova V.I., Klimova N.A., Kovaleva N.E., Loginova E.A. Scientific basis of permeability and technology of textile membrane materials: monograph. M.: RGU im. A.N. Kosygin, 2021. 203 p.

8. Besshaposhnikova V.I., Kovaleva N.E., Loginova E.A. Scientific basis for the design of materials and special-purpose products: monograph. M.: RGU im. A.N. Kosygin, 2022. 220 p.

9. GOST 12.4.279-2014 (EN 14325:2004). System of labor safety standards. Clothing special for protection against chemicals. Classification, technical requirements, test methods and marking.

10. Worst P. Worst P. Fusing and interlining matters // Text. Technol. Dig. 1995. V.52. №8. P. 42...48.

11. Assortment of adhesive tapes, edges and nets of the Hensel-Tekstil company // Sewing industry. 2003. № 4. P. 31...32.

12. Kulikova T.V., Kovaleva N.E., Besshaposhnikova V.I., Shteinle V.A., Smirnova N.A. Increasing the strength of adhesive joints of textile materials for the production of garments // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2008. №5. P. 76...78.

13. GOST 25441-90. Glued gasket sheets. General specifications. M.: Publishing house of standards, 1990.

14. Shustov Yu.S. Methods of similarity and dimension in the textile industry: monograph. M.: MSTU im. A.N. Kosygin, 2002. 191 p.

REFERENCES

1. Barkalova N.Yu. PPE in the chemical industry [Electronic resource]. - Access mode: <https://soutpmf.nethouse.ru/articles/254712>

2. Patent 0432492 EP, IPC8D06 N7/00, D06 N3/18. Protective clothing, in particular heat-resistant, protective garment against chemicals [Text] / Altinger Winfried // application №EP19900121771; dec. 03/12/90; publ.: 19.06.92.

3. Sukhova A.A. Development of a multilayer polymer-textile material for individual protection against damaging factors of a chemical and thermal nature: dissertation of Candidate of Technical Sciences 05.19.01. Kazan: KNRTU, 2017. 149 p.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы РГУ им А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). Поступила 02.02.23.