УНИВЕРСИТЕТ КОСЫГИНА

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

ЧАСТЬ 2

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
«ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ИНТЕКС-2021)»

12 – 15 апреля
Москва 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»

Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021)»

12-15 АПРЕЛЯ 2021 г.

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Часть 2

МОСКВА - 2021

УДК 378:001:891
ББК 74.58:72
В 85

В85 Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. Часть 4. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2021. – 293 с.

ISBN 978-5-00181-069-8

Сборник составлен по материалам направления 2. «Инновационные материалы и управление качеством продукции» и направления 3 «Инновационное развитие химических технологий» Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021)», состоявшейся 12-15 апреля 2021 г. в Российском государственном университете им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 378:001:891
ББК 74.58:72

Редакционная коллегия

Силаков А.В., проректор по науке; Оленева О.С., доцент; Гуторова Н.В., начальник ОНИР; Андросова И.В., старший преподаватель

Научное издание

ISBN 978-5-00181-069-8

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021
© Коллектив авторов, 2021

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА СТОЙКОСТЬ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ

Агафонов В.Е., Буланов Я.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Нетканый геотекстиль является универсальным материалом, применяемым в различных отраслях строительства и других областях человеческой деятельности. Он обладает высокой стойкостью к таким химическим соединениям, как щелочи и кислоты, а также к температурным колебаниям. По этой причине его используют в виде разделительных слоев, которые препятствуют перемешиванию грунтов и действуют как фильтры в дренажных конструкциях. Также его используют для защиты элементов гидроизоляции от механических повреждений.

Геотекстиль обеспечивает оптимальное решение при строительстве автомобильных и железных дорог, хранилищ бытовых и промышленных отходов, дамб и плотин, резервуаров для воды или химикатов, укреплении берегов и откосов, гидроизоляции сооружений.

По способу изготовления геотестиль делится на иглопробивной, термоскрепленный и вязально-прошивной.

По составу геотекстиль делится на выработанный из полипропилена, полиэфира и смесовой.

В качестве объектов исследования были выбраны 5 геотестильных иглопробивных полотен различной поверхностной плотности. Данные полотна применяются для дорожного строительства и благоустройства, выполняют функции армирования и дренирования земляного полотна.

Определение размерных и структурных характеристик проводилось в соответствии с ГОСТ 15902 [1-3].

В табл. 1 приведены структурные характеристики исследуемых нетканых материалов.

Таблица 1 –Характеристика объектов исследования

Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м²	Толщина, мм	Объемное заполнение, %	Заполнение по массе, %	Объемная пористость, %	Общая пористость, %
М 380	380	3,05	17,8	9,6	82,1	90,3
М 210	210	1,48	20,2	10,9	79,7	89,0
М 250	250	2,28	15,5	8,3	84,4	91,6
М 190	190	1,12	24,2	13,0	75,7	86,9
М 290	290	3,01	13,7	7,3	86,2	92,6

Образцы выдерживались в морозильной камере при температурах -100°С и -200°С в течение 12 месяцев.

Для определения стойкости к механическим воздействиям использовалась разрывная машина «Инстрон» со специальными зажимами. Для испытаний использовались инденторы в виде шарика, конусообразной насадки, ножей. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний стойкости нетканых полотен к механическим воздействиям

Наименование полотна	Без воздействия	Воздействие температуры -100С	Воздействие температуры -200С
Нагрузка при продавливании шариком, Н			
М 380	229	205	188
М210	221	157	113
М 250	230	118	97
М 190	201	198	189
М 290	244	179	138
Нагрузка при продавливании конусообразной насадкой, Н			
М 380	234	154	87
М210	235	123	88
М 250	216	157	106
М 190	212	184	132
М 290	237	197	140
Усилие прокола пикой, Н			
М 380	242	145	72
М210	215	169	86
М 250	254	184	100
М 190	201	162	112
М 290	253	156	117
Нагрузка при прорезании двухзаточенным ножом, Н			
М 380	264	198	136
М210	298	214	137
М 250	216	183	133
М 190	279	217	132
М 290	299	237	133
Нагрузка при прорезании однозаточенным ножом, Н			
М 380	295	207	133
М210	290	231	132
М 250	215	179	130
М 190	289	216	133
М 290	296	223	132

Можно отметить, что после воздействия холода стойкость к механическим воздействиям снижается.

Наибольшей стойкостью к механическим воздействиям обладает полотно М 290, однако после воздействия холода данный показатель интенсивно снижается.

Наименьшее изменение стойкости к механическим воздействиям наблюдается у полотна М250. Поэтому его можно рекомендовать для армирования грунтов в климатических зонах с пониженными температурами.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 15902.2 «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик»
2. ГОСТ Р53226 «Полотна нетканые. Методы определения прочности»
3. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение: М.: КолосС, 2011.- 360 с.

© Агафонов В.Е., Буланов Я.И., 2021

УДК 677.017

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛАТЬЕВО-КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ ИЗ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ

Азиева К.К., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время в торговых организациях широко представлены ткани из химических нитей и изделия из них: блузки и сорочки, платья, костюмы и др. Данное явление объясняется несомненными достоинствами данных тканей. Например, в силу значительной тонины химических нитей возможно получение тканей с разнообразной фактурой поверхности, гладких, т.е. не подверженных загрязнению, имеющих необходимую степень блеска и др. Используемые химические нити очень разнообразны по структуре и происхождению, поэтому ткани из них могут иметь очень разные свойства.

В силу этого репутация данных тканей у потребителя противоречива. Некоторые из них отмечают простоту изделий в уходе, небольшую массу, износостойкость и др. В то же время другие потребители сталкиваются с недостаточно хорошим самочувствием при ношении соответствующих предметов одежды и заметным ухудшением их внешнего вида в процессе эксплуатации. Особенно часто такие явления отмечены для тканей сравнительно высокой поверхностной плотности, т.е. платьевых и костюмных.

Чтобы определить наиболее значимые для потребителя характеристики тканей, были проанализированы действующая нормативно-техническая документация и данные о жалобах, претензиях и замечаниях потребителя по данным торговых организаций. В результате был намечен следующий перечень потенциально значимых показателей качества: поверхностная плотность; поверхностное заполнение; разрывная нагрузка; удлинение при разрыве; жесткость при изгибе; несминаемость; остаточная

деформация при растяжении; стойкость к истиранию; изменение линейных размеров после мокрых обработок; устойчивость окраски к свету, поту, трению и химчистке; воздухопроницаемость; паропроницаемость; гигроскопичность; капиллярность; удельное поверхностное электрическое сопротивление; осыпаемость; раздвигаемость.

Для выбора ОПК был выбран экспертным методом [1]. Были приглашены 10 экспертов, в качестве которых выступили преподаватели кафедры Материаловедения и товарной экспертизы, а также студенты выпускного курса этой кафедры.

Результаты обработки экспертных оценок показали, что коэффициент конкордации составляет 0,64 при значении критерия Пирсона 92,2 (табличное значение критерия 26,3). Это говорит о достаточной и значимой согласованности экспертных оценок.

После расчета коэффициентов весомости было установлено, что наиболее значимыми, т.е. определяющими являются следующие показатели качества (в скобках даны их коэффициенты весомости): поверхностная плотность (0,22); несминаемость (0,17); воздухопроницаемость (0,21); гигроскопичность (0,23); стойкость к раздвигаемости (0,17).

В качестве объектов исследования были выбраны ткани из различных химических нитей и их сочетаний, представленные в магазинах г. Москвы. Все эти ткани, по данным торговых организаций, предназначены для пошива платьев или легких костюмов.

Для каждой ткани были проверены переплетение и сырьевой состав, в результате чего установлено следующее: ткань №1 выработана полотняным переплетением из 100% вискозных нитей; ткань №2 – полотняным переплетением из полиэфирной нити (95%) в сочетании с эластомерной нитью (5%); ткань №3 – креповым переплетением из вискозной (48%) и полиэфирной (52%) нитей; ткань №4 – атласным переплетением из 100% полиэфирной нити; ткань №5 – переплетением «рогожка» из вискозной (85%) и полиэфирной (15%) нитей; ткань №6 – атласным переплетением из вискозной (80%), ацетатной (18%) и эластомерной (2%) нитей; ткань №7 – полотняным переплетением из ацетатной (98%) и эластомерной (2%) нитей.

Испытания перечисленных выше показателей качества проводились по стандартным методикам, относительная ошибка испытания не превышала 5-8%. Полученные данные приведены в табл. 1.

Из представленных результатов можно сделать следующие выводы.

Ткань 1 выделяется высокой гигроскопичностью и низкой несминаемостью, что объясняется ее сырьевым составом. Данной ткани присущи невысокая стойкость к раздвигаемости, но сравнительно высокая воздухопроницаемость. Также у этой ткани отмечена низкая поверхностная плотность. Следовательно, данная ткань будет способствовать хорошему

самочувствию потребителя, но слабой сохранности структуры и внешнего вида изделия.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых тканей

№ ткани	1	2	3	4	5	6	7
Поверхностная плотность, г/м^2	87	122	104	143	126	151	119
Несминаемость по основе, %	53	87	73	80	65	51	61
Несминаемость по утку, %	52	91	50	80	76	72	64
Воздухопроницаемость, дм^3/(м^2·с)	312	282	380	161	356	184	241
Гигроскопичность, %	14,2	3,2	8,3	4,8	10,3	12,1	5,8
Стойкость к раздвигаемости по основе, даН	5,8	9,8	6,3	9,2	6,1	7,4	9,6
Стойкость к раздвигаемости по утку, даН	6,7	10	7,8	9,7	6,8	7,9	10

Ткань 2 отличается высокими несминаемостью и стойкостью к раздвигаемости, т.е. изделия из нее будут хорошо сохранять свой внешний вид. Но данная ткань имеет низкую гигроскопичность. В связи с невысокой, по причине значительной поверхностной плотности, воздухопроницаемостью это создает риск снижения комфорта человека. Но достоинством этой ткани является высокая несминаемость, что объясняется сырьевым составом, и высокая стойкость к раздвигаемости.

Ткань 3 характеризуется самой высокой из всех образцов воздухопроницаемостью, что связано с ее переплетением и невысокой поверхностной плотностью. Других отличительных особенностей у данной ткани нет.

Ткань 4 достаточно тяжелая, как следствие, она имеет низкую воздухопроницаемость. Низкая гигроскопичность и высокая несминаемость данной ткани определяются ее сырьевым составом. Несмотря на повышенную поверхностную плотность, в силу особенностей переплетения она отличается от ткани 2 несколько пониженной стойкостью к раздвигаемости.

Ткань 5 благодаря особенностям переплетения и низкой поверхностной плотности имеет высокую воздухопроницаемость. Однако эти же особенности в сочетании с повышенной гладкостью вискозных нитей приводят к невысокой стойкости ткани к раздвигаемости. Также сырьевой состав объясняет результаты определения гигроскопичности и несминаемости данной ткани.

Ткань 6 – самая тяжелая. Поэтому, несмотря на переплетение с длинными перекрытиями, она имеет низкую воздухопроницаемость. В силу сырьевого состава она имеет достаточно высокую гигроскопичность, но низкую несминаемость в направлении основы.

Ткань 7 характеризуется высокой стойкостью к раздвигаемости, что объясняется ее переплетением. Других особенностей свойств у нее нет, т.е. влияние сырьевого состава скомпенсировано невысокой поверхностной плотностью.

Из полученных данных следует, что ни одна ткань не является лучшей по всем определяющим показателям качества одновременно. Следовательно, для выработки рекомендаций необходима комплексная оценка.

При анализе ГОСТ 28253, нормирующего показатели качества данных тканей, было установлено, что в стандарте отсутствуют нормы поверхностной плотности, гигроскопичности и воздухопроницаемости, а нормы несминаемости и раздвигаемости зависят от сырьевого состава и поверхностной плотности тканей. Таким образом, сравнительная оценка качества исследуемых тканей на основе требований стандарта невозможна. Поэтому было принято решение отказаться от применения базовых значений и, соответственно, относительных показателей качества, а комплексную оценку провести по непрерывным баллам. Использовалась шкала от 1 до 5 баллов.

В рамках комплексной оценки поверхностная плотность рассматривалась как негативный показатель качества, т.к. большая поверхностная плотность приводит к значительной массе изделия, что неудобно для потребителя. Остальные показатели считались позитивными, поскольку их высокие величины означают хорошее самочувствие потребителя и сохранность внешнего вида изделия [2].

Характеристики тканей в направлении основы и утка считались одинаково значимыми.

Для комплексной оценки были рассчитаны среднее арифметическое, среднее геометрическое и среднее гармоническое из непрерывных баллов [1]. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Комплексные показатели качества исследуемых тканей

№ ткани	1	2	3	4	5	6	7
Среднее арифметическое	3,4	3,2	3,3	2,4	3,1	2,3	2,8
Среднее геометрическое	2,8	2,8	3,0	2,0	2,8	1,9	2,7
Среднее гармоническое	2,2	2,3	2,6	1,7	2,5	1,7	2,6

Из полученных данных можно сделать следующие выводы.

Для ткани 1 получены противоречивые результаты: по средней арифметической и средней геометрической комплексным оценкам она является лучшей, а по средней гармонической уступает двум из остальных тканей. Это объясняется тем, что по причине сырьевого состава данная ткань имеет как выраженные достоинства (высокая гигроскопичность), так и существенные недостатки (низкие несминаемость и стойкость к раздвигаемости) и, кроме того, преимущество в виде низкой поверхностной плотности.

В меньшей степени аналогичная ситуация присуща ткани 2, которая отличается достоинствами в виде высокой несминаемости и стойкости к раздвигаемости, а также недостатком в виде низкой гигроскопичности.

В целом высокие комплексные оценки получили ткани 1, 3 и 5. Данные ткани выработаны из вискозных нитей или их сочетания с полиэфирными нитями в различных соотношениях и имеют сравнительно невысокую поверхностную плотность.

Наихудшей оказалась ткань 6, хотя в ее составе также есть вискозные нити. Низкое качество данной ткани объясняется двумя факторами. Во-первых, она имеет высокую поверхностную плотность, что не только плохо само по себе, но и ведет к снижению воздухопроницаемости. Во-вторых, вложение ацетатных нитей в меньшей степени, чем вложение полиэфирных нитей, улучшает формоустойчивость ткани.

Также низкую оценку получила ткань 4, на 100% состоящая из полиэфирной нити. То, что ткань 4 существенно хуже ткани 2, объясняется их поверхностными плотностями и наличием в составе ткани 2 эластомерной нити.

Можно также отметить, что низкие оценки получили ткани атласного переплетения. Но данный вопрос нуждается в дополнительных уточняющих исследованиях, т.к. для имеющихся на рынке тканей атласное переплетение тканей сопряжено с повышенной поверхностной плотностью. Кроме того, важно, что переплетение непосредственно влияет на внешний вид ткани.

По результатам настоящей работы можно дать следующие рекомендации.

Производителям тканей следует принять меры к снижению поверхностной плотности, а также вырабатывать ткани с вложением вискозных нитей.

Поставщикам и покупателям тканей целесообразно предпочитать ткани, содержащие вискозные нити. Данную рекомендацию следует уточнить следующим образом:

если с точки зрения эксплуатации изделия в первую очередь важны комфортные ощущения человека (например, для летних изделий), доля вискозных нитей должна быть увеличена до 80-85% и более;

если сохранность внешнего вида изделия не менее важна, чем комфортность (например, для демисезонной одежды, не предполагающей физических нагрузок), то оптимально ориентировочное соотношение 50% вискозной и 50% полиэфирной нити.

Список использованных источников:

1. Кирюхин, С.М. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов: учебное пособие / С.М. Кирюхин, С.В. Плеханова, Е.Б. Демократова. – М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – 184 с.

2. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение : учебное пособие для вузов / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. – М. : КолосС, 2011. – 360 с. – (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений)

© Азиева К.К., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М., 2021

УДК 678.02

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КАРБОНА

Александров Д.А., Айзатуллин Т.И.
Научный руководитель Ваганова Е.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

Металлические и неметаллические материалы, используемые в различных областях народного хозяйства, в большой мере, достигли своего предела конструктивной прочности. Совместно с тем развитие нынешней техники повышает требования к материалам. Необходимо, чтобы материал можно было эксплуатироваться в сложных физико-химических условиях, под воздействием излучения, в условиях агрессивной среды, при высоком давлении и даже в условиях глубокого вакуума. Часто требования, предъявляемые к материалам, могут нести различный характер. Удовлетворить данные требования можно путем применения композиционных материалов.

Разработано большое количество способов увеличения эксплуатационных характеристик композиционных материалов. Они были созданы для решения конкретных задач производства или проектирования, связанных с армированными волокнами полимерами. Потому разные способы увеличения эксплуатационных характеристик композиционных материалов на основе углепластика будут отличаться в разных ситуациях.

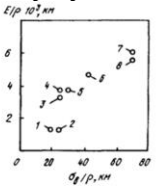


Рис. 1. Взаимосвязь удельной прочности и удельного модуля упругости некоторых металлических материалов и КМ, армированных волокнами (до 50 об.%): 1 - алюминий; 2 - титан и сталь; 3 - титан, армированный бериллиевой проволокой; 4 - титан, армированный волокнами SiC; 5 - титан, армированный волокнами борсика (SiC/BПМ) 6 - алюминий, армированный борными волокнами;7 - эпоксидная смола, армированная волокнами графита; 8 - эпоксидная смола, армированная борными волокнами.

Важнейшими характеристиками композиционных материалов (КМ), действующих в указанных применениях, являются удельная жесткость E/ρ и удельная прочность $\sigma B/\rho$ и, где σB – временное сопротивление 2 разрыву, E – модуль нормальной упругости, ρ – плотность материала. По данным параметрам композиционные материалы преобладают над всеми известными конструкционными сплавами (рис. 1).

В силовых конструкциях применяются композиционные материалы, состоящие из нескольких компонентов – матрицы и наполнителя. Матрица является пластичным материалом, а наполнители должны быть твердыми и

прочными компонентами, поскольку выполняют роль арматуры (упрочняют матрицу). Наполнители в волокнистых КМ могут быть в виде ленты, нити или сетки разного плетения.

Углепластики (карбон, карбопластики) – волокнистые КМ, состоящие из переплетённых нитей углеродного волокна, расположенные в полимерной матрице. Нужно подчеркнуть, что для получения углепластиков применяются одинаковые матрицы, что и для стеклопластиков: термопластичные и термореактивные полимеры. Превосходство углепластиков по сравнению с стеклопластиками является их низкая плотность и более высокий модуль упругости (что характеризует особую прочность материалу), химическая инертность, нулевой коэффициент линейного расширения, теплопроводность и электропроводность [1-2].

Углепластики в настоящее время применяются в лопастях ветряных турбин, аэронавтике, гражданской промышленности и спортивных товарах, где необходимо применять цельные композитные детали. Но область применения однонаправленных углепластиков (англ. unidirectional) очень велика. Однослойный материал с армированием применяется как для производства изделий для сухопутных, воздушных, морских видов транспорта, так и создания индивидуальных средств бронезащиты – жилетов и шлемов [1].

Также нужно отметить, что одним из важнейших ограничений углепластиков является их низкая пластичность (хрупкость). Углепластики довольно сильно выходят из строя при их сравнительно низкой деформации (от 1,5% до 1,8%), при растяжении с незначительной остаточной несущей способностью. Чтобы преодолеть данную слабость, существует заметный интерес к повышению пластичности углепластиков, демонстрирующих увеличенную деформацию разрушения при растяжении и более прогрессивные, изящные режимы разрушения.

Существуют три разных метода для повышения пластичности однонаправленных (unidirectional, UD) углепластиков.

Первый метод заключался в том, чтобы привнести волнистость волокна в UD композиты. Был произведен мониторинг углов совмещения волокон полученных композитов и контрольных композитов. В ходе него было выявлено, что волнистость волокна в UD-композите не приводит к ступенчатому режиму разрушения при растяжении и повышенной деформации до разрушения [3].

Материалы, полученные с участием волокна сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), имеют увеличенную износостойкость, прочность, надежность. Благодаря этому они нашли громадный спектр использования во всех отраслях жизнедеятельности. С его использованием создаются пленки, ткани, в том числе композитный

наноматериал UD-UniDirectional, который имеет отличные характеристики в классе мягких, гибких материалов, предназначенных для баллистической защиты. UD-UniDirectional – однонаправленный композит, волокна которого располагаются в крест-накрест ориентации (0/90°), что обеспечивает поглощение максимального количества энергии. Создан композит UD из волокон СВМПЭ, термопластичного связующего [4].

Второй метод заключался в применении технологии смешивания и распределения жгута волокон с помощью воздуха для производства непрерывных смешанных жгутов из гибридного углеродного волокна или стекловолокна. После количественной оценки и определения степени гибридизации (на уровне волокон) двух жгутов из углеродного волокна или стекловолокна был выбран жгут с более высокой степенью гибридизации для производства смешанных гибридных композитов UD. Было выявлено, что гибридизация сплошного стекла и углеродных волокон приводит к получению композитов с увеличенной деформацией разрушения [3].

Поскольку качество уложенного жгута волокна влияет на степень гибридизации смешанных жгутов углеродного волокна или стекловолокна, было важно изучить воздействие разных типов волокон на распространение жгута волокна и выбрать подходящий жгут углеродного волокна и жгут стекловолокна для гибридизации. Для оценки качества намазанного жгута волокна были использованы и определены «растекаемость» и «стабильность» [5].

Третьим методом, исследованным для придания пластичности, было внедрение разрезов слоев в композиты из углеродного волокна полиэфирэфиркетон (PEEK) с чередованием UD/PEEK, которые были изготовлены методом компрессионного формования. Полученный в результате обрезной углерод с чередованием композит – волокно/ПЭЭК обладал нелинейной кривой растяжения и деформации пластичности 0,4%, что обусловлено сдвигом прослоек ПЭЭК в областях перекрытия между нарезанными слоями углеродного волокна [1].

Обработка композита состоит из трех этапов. На начальном этапе проводят предварительный нагрев: ламинат предварительно нагревали до температуры, равной Т, в течение 15 минут без приложения давления. На следующем этапе производят горячее прессование: прикладывали давление величиной Р к ламинату в течение 9 минут. На заключительном этапе осуществляют уплотнение: ламинат окончательно уплотняли при температуре С и давлении С в течение 10 минут [6].

Список использованных источников:

1. Кербер, М.Л. Физические и химические процессы при переработке полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Л. Кербер, А.М. Буканов, С.И. Вольфсон, И.Ю. Горбунова. – Электрон. дан. – Санкт-

Петербург: НОТ, 2013. – 314 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/35861

2. Белова, Н. А. Композитные материалы на основе углеродных волокон / Н. А. Белова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 24.1 (104.1). – С. 5-7. – URL: https://moluch.ru/archive/104/23577/.

3. Функциональные наполнители для пластмасс / Под ред. Марино Ксантос, пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева. М.: Изд-во Научные основы и технологии. 2010. – 462 с.

4. Matthews F.L. Composite Materials: Engineering and Science. / F.L. Matthews, R.D. Rawlings – Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 2002. – p. 399.

5. Wisnom, M.R. Fibre waviness generation and measurement and its effect on compressive strength.Journal of Reinforced Plastics and Composites / M.R. Wisnom, J.W. Atkinson – 2000. 19(2). – p. 96-110.

6. Колосова А.С. Современные методы получения полимерных композиционных материалов и изделий из них / А.С. Колосова, М.К. Сокольская, И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 8. – С. 123-129.

© Александров Д.А., Айзатуллин Т.И., 2021

УДК 677.017

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Аминжонова Ш.М., Плеханова С.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В структуре промышленного производства Республики Таджикистан основную долю составляет текстильная промышленность, что обусловлено хлопковым направлением сельскохозяйственного производства. В ходе перестройки и суверенизации многие отрасли текстильной и легкой промышленности потеряли сырьевую базу. Основой текстильной промышленности остается хлопководство и коконоводство. В условиях продолжающегося падения объемов производства текстильного сырья актуальными становятся вопросы рационального их использования и применение других видов сырья. В последнее время наблюдается возросшее внимание производителей текстильных изделий к применению натуральных волокон: хлопковых, льняных, шерстяных, и нитей шелка [1].

Цель работы – исследование состояния и перспектив развития производства натуральных волокон в Республике Таджикистан.

В Таджикистане в целом ситуация в хлопковой отрасли неплохая. Правительством уделяется значительное внимание этой отрасли и оказывается помощь в выращивании хлопка-сырца; также в стране имеется значительный научно-технический потенциал в первичной обработке хлопка [2]. Достаточно развито также и производство хлопковых волокон, и тканей на их основе. В стране в последнее время создан ряд предприятий, оснащенных самым современным технологическим оборудованием: Куляб-Текстайлз, предприятия в Дангаре, Аште и Гиссаре [3]. В табл. 1 и 2 приведены данные по производству средневолокнистого и тонковолокнистого сортов хлопка-сырца по всех категориях хозяйств (частный и общественный сектора) по статистическим данным нашей страны. Анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что производство средневолокнистого хлопка по РТ за период 2005-2015 годы уменьшилось, а тонковолокнистого значительно сократилось (почти в 70 раз).

Таблица 1 – Производство хлопка-сырца средневолокнистых сортов во всех категориях хозяйств (т)

Регион	РТ	Согд	Хатлон	РРП
2005	447918	155526	240884	51508
2006	437898	131402	258073	48423
2007	419786	124830	259643	35313
2008	353146	88233	241133	23780
2009	296015	87105	197860	11049
2010	310560	92161	202027	16372
2011	416490	118093	272184	26013
2012	417978	113869	282569	21540
2013	392812	106282	275116	11414
2014	372656	100215	262816	9622
2015	270047	74684	188340	7022
%	-39,7	-52	-21,8	-86,4

Таблица 2 – Производство хлопка-сырца тонковолокнистых сортов во всех категориях хозяйств (т)

Регион	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	%
РТ	28642	1717	4133	3813	615	411	443	-98,5
Согд	3164	320	145	1	201	-	-	-100
Хатлон	25298	1397	3988	3812	414	414	443	-98,2

Положение в шелковой отрасли нуждается в более внимательном отношении со стороны правительства и бизнес-кругов страны. Созданные в советское время производственные мощности (Ленинабадский и Душанбинский шелкокомбинаты и т.д.) производили пользующиеся широким спросом у населения республики шелковые и атласные ткани, полностью покрывая потребности. В настоящее время деятельность этих предприятий практически остановлена. Сейчас эта отрасль в основном представлена в виде народных промыслов. Производство шелковых

волокон и тканей на их основе в стране отсутствует и кокон-сырец по дешевке вывозится для переработки за рубеж. Из-за спада производства выращивание коконов в республике по данным табл. 3 сократилось почти в 4 раза. Основные производители коконов – Хатлонская и Согдийская области.

Таблица 3 – Производство коконов шелкопряда во всех категориях хозяйств (т)

Регион	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	%
РТ	3246	1080	1263	1328	1569	1097	835	-74,3
Согд	1696	396	568	627	801	636	342	-79,8
Хатлон	1237	521	573	557	629	360	375	-69,7
РРП	313	163	122	144	139	101	118	-62,3

В Таджикистане в основном высевается лен-кудряш в целях производства масла. Опыты по выращиванию льна-долгунца в Таджикистане до недавнего времени не было. Поэтому с интересом было встречено предложение Центральной Азиатской горной программы (CAMP), финансируемой Швейцарским управлением по развитию и сотрудничеству, провести опытные посевы льна-долгунца в Муминабадском районе Хатлонской области. Это предложение было поддержано фермерами международной организации Caritas. Опытные посевы льна-долгунца проводились в Исфаринском районе и в окрестностях Душанбе. Целью проекта было проведение исследований, испытуемые технологии выращивания и первичной обработки льна-долгунца в условиях фермерских хозяйств, распространение полученных знаний и опыта среди сельского населения. Возродить традиционные национальные ремесла, создать дополнительные рабочие места, способствовать уменьшению бедности. Опытные посевы проводились несколько лет. Данные опытных посевов показали, что лен-долгунец хорошо произрастает на сухих землях горных регионов. Выход волокна составил от 3,5 до 8,0 ц/га в зависимости от сорта. Урожайность семян была от 2,5 до 4,5 ц/га. В табл. 4 приведены показатели производства семян на основе льна-кудряша. Из анализа данных таблицы следует, что основные производители семян на основе льна-кудряша – Хатлонская область и районы республиканского подчинения. Создание в республике мощностей для первичной обработки льна-долгунца и его широкое выращивание на испытуемых землях создадут хорошую основу для дальнейшего промышленно развития этой отрасли – создание прядильного, ткацкого и швейного производств.

Таблица 4 – Производство льна-кудряша во всех категориях хозяйств (т)

Регион	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	%
РТ	10342	6900	9453	10090	9908	9504	9030	-12,7
Согд	731	619	236	302	242	181	153	-73,1
Хатлон	4522	5585	5209	5081	4648	4293	4118	-8,9
ГБАО	113	92	102	96	100	94	95	-15,9
РРП	4976	3304	3906	4611	4918	4936	4664	-6,3

В Таджикистане производство шерсти за период 2005 – 2015 годы увеличилось почти в 1,5 раза (табл. 5).

Таблица 5 – Производство шерсти во всех категориях хозяйств (т)

Регион	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	%
РТ	4353	5771	6027	6361	6565	6776	7033	+61,6
Согд	955	1185	1218	1243	1261	1307	1375	+44,0
Хатлон	2734	3811	4051	4246	4358	4489	4700	+71,9
ГБАО	176	206	211	2014	240	244	246	+39,8
РРП	488	569	548	664	706	736	712	+45,9

В Таджикистане имеются небольшие предприятия по первичной обработке шерсти (районы Вахдат и Дангара). На них в основном производится лишь первичная мойка шерсти, которая затем вывозится в зарубежные страны. Шерсть, производимая населением, не используется. Шерстяная пряжа востребована в Таджикистане в связи с ростом производства ковров ручной выделки на народных промыслах. Эти ковры высокохудожественны и производятся из натуральной шерсти и пользуются широким спросом на зарубежных рынках (используют также и другие натуральные волокна – хлопок, шелк). Эти ковры очень дороги (что снижает спрос на них), из-за того, что пряжа для них завозится из-за рубежа (в стоимости ковра стоимость пряжи составляет 60-70%). Поэтому назрела необходимость строительства фабрики для выпуска шерстяной пряжи.

Перед развитием текстильной промышленности Таджикистана стоят проблемы: отсутствие уверенности инвесторов в стабильном развитии страны; трудности транспортного обеспечения; проблемы финансирования; государственное регулирование, ослабляющее деловой климат; слабый контроль над коррупцией. Позитивный фактор – правительственная программа по налоговым льготам.

Перспективным направлением развития текстильной отрасли Таджикистана является задача увеличения производства натуральных волокон и нитей.

Список использованных источников:

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. М.: КолосС, 2011. – 360 с.

2. С. Ферриньо. Производство и переработка органического хлопка в Таджикистане: оценка текущей ситуации и будущий потенциал. Международный торговый центр. 2014. – 60 с.

3. С.З. Зульфанов, К.М. Алимардонов, Ф.М. Сафаров, Д.Х. Содиков. Анализ производства и переработки хлопка в Таджикистане. // Вестник технологического университета Таджикистана. – Душанбе – 2013. – № 2 (21). С. 22-25.

© Аминжонова Ш.М., Плеханова С.В., 2021

УДК 678.04

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ ДОБАВОК

Анисимова В.В., Апалькова А.В.
Научный руководитель Бузаева М.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

Полимерные композиционные материалы (ПКМ), армированные различными наполнителями, являются одними из самых перспективных для дальнейшего развития технологий и в настоящее время используются во многих отраслях промышленности. Одно из направлений – замена металлических деталей авиационной техники на изделия из ПКМ. Это обеспечивает снижение массы конструкции и повышение экономической эффективности летательных аппаратов.

Значительно меньшая, чем у металлов, чувствительность композиционных материалов к концентрации напряжений и низкая скорость распространения в них усталостных трещин обеспечивают повышенную долговечность конструкций из этих материалов. Отказ от использования металлов дает высокие показатели радиопрозрачности и коррозионной стойкости.

Помимо ряда положительных свойств, указанных выше, композиционные материалы пока имеют достаточно большое количество недостатков, которые сдерживают их распространение и ограничивают применение. В частности, к ним относятся: высокая стоимость; анизотропия; низкая ударная вязкость; высокий удельный объем; токсичность; низкая эксплуатационная технологичность. К сожалению, из-за низкой ударной вязкости применение композиционных материалов в настоящий момент ограничено изготовлением элементов, воспринимающих статические нагрузки. В основном это элементы планера и механизации самолетов, несущие винты вертолетов.

Регулирование и улучшение свойств ПКМ может достигаться несколькими путями. Совершенствование материала армирующего наполнителя, его введения в полимер и совершенствования отава полимерной матрицы. В качестве матрицы в таких материалах чаще всего применяют как термореактивные синтетические смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные).

Материаловедческий подход в регулировании физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств матрицы заключается в

подборе оптимального состава смолы. Также значительную роль создании новых видов пластмасс или совершенствовании их свойств играют различные модифицирующие добавки – антиокислители, модификаторы ударопрочности, антипирены, пластификаторы и другие.

Введение различных веществ, а также нанонаполнителей влияет на такие свойства полимера, как температура стеклования, вязкость, время желатинизации, тепловой эффект процесса полимеризации.

Для создания панелей интерьера и пола самолетов широко используются трехслойные сотовые панели (ТСП) благодаря своей легкости, высокой удельной прочности, жесткости и технологичности. Трехслойная сотовая панель представляет собой сборку из заданного количества слоев препрега (2-3 слоя с каждой стороны), между которыми заключен сотовый заполнитель, обеспечивающий требуемую жесткость конструкции.

Важной особенностью сотовых заполнителей является различная жесткость в ортогональных направлениях. Это связано с технологией изготовления сотопластов. Необходимо принимать во внимание расположение сотового заполнителя в заготовках панелей пола, поскольку оно влияет на упруго-прочностные характеристики панелей. В процессе изготовления панели заделка торцов и мест установки крепежа осуществляется полимерным заполнителем – сферопластом, основная функция которого исключение попадания влаги и упрочнения неметаллических сот в зонах установки крепежа.

В качестве полимерного связующего могут быть использована твердая малофенольная фенолоформальдегидная новолачная смола СФ-014, которая применяется в композитах на основе стеклянных, кремнеземных, углеродных и других армирующих наполнителей. Также в качестве полимерного компонента можно применять эпоксидно-диановую смолу ЭД-8, которая является продуктом реакции дифенилопропана с эпихлоргидрином.

Полимеры на основе этих смол обладают средними физико-механическими показателями и наиболее широко используются в электротехнической, радиоэлектронной промышленности, авиа-, судо- и машиностроении, в строительстве в качестве компонента заливочных и пропиточных компаундов, клеев, герметиков, связующих для армированных пластиков. По всем параметрам эпоксидные смолы серии ЭД обеспечивают самые высокие показатели прочности и клеевого шва.

Добавку для эпоксидных полимеров вводят в смолу или отвердитель в начале процесса производства или смешения. Благодаря этому обеспечивается ее активность во время производства каждого компонента, а также во время процесса смешивания смолы и отвердителя перед нанесением.

Связующие вещества в качестве модифицирующих добавок используются при необходимости повышения прочности или увеличения структурной степени свободы. Усилители адгезии необходимы для улучшения адгезии к подложке. Связующие вещества улучшают как статическую, так и динамическую прочность компонентов благодаря наличию связи между наполнителем/ волокном и матрицей.

Химическая структура добавок обеспечивает связь между волокнами или наполнителями и одновременно матрицей смолы. Это позволяет вносить изменения в дизайн деталей и создавать более прочные материалы. Также введение таких добавок обеспечивает уменьшение толщины стенок при сохранении необходимой прочности.

Технологические добавки могут применяться для улучшения процесса смачивания систем эпоксидных смол и различных волокон во множестве сфер применения композитов, армированных стекловолокном. Помимо улучшения смачивания волокна добавки также сокращают время переработки.

Исследования реологических свойств эпоксидной полимерной матрицы при добавлении уротропина и наноразмерных неорганических наполнителей свидетельствуют о значительных изменении этих свойств и возможности их регулирования. Необходимый материал для исследования получали из монолитной плиты и из трехслойной панели. Так, в присутствии уротропина повышает температуру стеклования и связующее в 5 раз быстрее набирает вязкость.

Таким образом, принципы технологии регулирования вязкости, адгезии и других свойств полимерной матрицы положительно сказываются не только на свойствах получаемого материала, но и на всей производственной цепи и себестоимости изготавливаемой продукции.

Список использованных источников:

1. Сагитов, И. Ф. Композиционные материалы в современном авиастроении // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2017. Том 2. – С. 488 – 490.

2. Застрогина О.Б., Швец Н.И., Постнов В.И., Серкова Е.А. Фенолформальдегидные связующие нового поколения для материалов интерьера //Авиационные материалы и технологии. 2012. № 5. С. 265–272.

3. Баранников, А.А. К вопросу производства панелей пола из пкм для летательных аппаратов (обзорная статья) / А.А. Баранников, Е..А. Вешкин, В.И. Постнов, С.В. Стрельников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 19, № 4(2), 2017 – С. 198- 213.

© Анисимова В.В., Апалькова А.В., 2021

УДК 677.017

ЭКСПЕРТИЗА МЕБЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

Бабаева И.А., Буланов Я.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Современный ассортимент мебельных тканей очень разнообразен по видам отделки, переплетений и колористическому оформлению.

Для исследования изменения механических свойств мебельных тканей были взяты образцы 6 различных артикулов.

Данные ткани предназначены для обивки мебели. Назначение этой группы тканей предполагает, чтобы основной упор при их исследовании был сделан на изучение механических свойств, т.к. обивочная ткань подвергается большим механическим нагрузкам при эксплуатации.

Структурные характеристики исследуемых тканей представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Структурные характеристики

Наименование показателя	Трикот 6206	Оазис 6207	Перфект блю	Эллада сара 6	Эллада 6	Эллада софт 6
Условное обозначение	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4	Ткань 5	Ткань 6
Поверхностная плотность ткани М1, г/м^2	374,5	145	70,1	480,7	428,4	394,4
Линейная плотность нитей основы То, текс	20,6	38,4 266,8	20,6	20,6	20	19,6
Линейная плотность нитей утка Ту, текс	60,8 24 36,6	19,8	39,6 74,8 220	20 30,4	32 236	37,6 240
Число нитей основы на 100 мм ткани По	250	195 305	400	200	240	330
Число нитей утка на 100 мм ткани Пу	22 28 40	100	30 37 40	25 50	48 52	42 58
Толщина ткани b, мм	1,04	1,09	1,3	0,59	0,45	0,43
Состав	ПП 51% Виск. 49%	ПП 51% Виск. 49%	ПП 56% Виск. 44%	ПП 100% Виск. 0%	ПП 100% Виск. 0%	ПП 100% Виск. 0%

Истирание проводилось на приборе «Weartester», производства Венгрии, фирма «Метримпекс».

Это истирание выполняется при помощи взаимно противоположных ровных абразивных поверхностей с определенной заданной нагрузкой. Одной поверхностью служит сам образец, а другой – абразивный материал.

Этот прибор универсален, так как существует возможность задать виды движения испытываемого образца: прямолинейное переменное,

поступательное по всему контуру, комплексное движение по поверхности, как двух переменных взаимно перпендикулярных движений, отличающихся по своей фазе [1-3].

С помощью толщиномера была определена толщина ткани после процесса истирания (табл. 2).

Таблица 2 – Изменения толщины ткани в зависимости от циклов истирания.

Циклы истирания	Толщина ткани, мм					
	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4	Ткань 5	Ткань 6
0	1,04	1,09	1,30	0,73	0,70	0,95
16000	1,01	1,07	1,23	0,71	0,68	0,91
32000	0,97	1,05	1,17	0,67	0,62	0,86

Из табл. 2 видно, что с увеличением циклов истирания толщина ткани уменьшается. Больше всего истерлась ткань 3, меньше всего – ткань 2.

Одним из наиболее важных свойств мебельных тканей являются механические свойства, полученные при растяжении текстильных материалов. Испытания разрывных характеристик исследуемых образцов проводились на универсальной испытательной системе «Инстрон» при скорости движения верхнего зажима 100 мм/мин и зажимной длине равной 100 мм.

Для определения раздирающей нагрузки после истирания использовались метод гвоздя и образцы с одним продольным разрезом. Результаты определения механических свойств мебельных тканей приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Механические свойства мебельных тканей

Циклы истирания	Ткань 1		Ткань 2		Ткань 3		Ткань 4		Ткань 5		Ткань 6	
	Осн.	Ут.	Осн.	Ут.	Осн.	Ут.	Осн.	Ут.	Осн.	Ут.	Осн.	Ут.
Разрывная нагрузка мебельных тканей, Н												
0	0,84	2,00	0,87	1,83	1,81	1,10	1,87	0,92	2,02	1,57	2,00	1,85
16000	0,65	1,67	0,58	1,63	1,33	0,84	1,36	0,71	1,72	1,10	1,50	0,99
32000	0,24	0,98	0,48	1,23	0,98	0,57	0,92	0,56	1,31	0,85	1,20	0,75
Раздирающая нагрузка по методу гвоздя, Н												
0	314	309	174	271	249	321	195	367	239	370	320	328
16000	161	115	142	142	155	162	136	146	178	136	158	164
32000	136	104	137	128	122	155	133	137	165	113	129	127
Раздирающая нагрузка образцов с одним продольным надрезом, Н												
0	135	141	66	122	141	126	61	87	113	119	121	118
16000	103	106	57	86	78	111	53	75	64	98	71	105
32000	51	68	47	75	21	75	39	58	43	55	53	62

Из табл. 3 видно, что с увеличением циклов истирания разрывная нагрузка уменьшается. Наименьшими значениями показателя по основе обладает ткань 1, по утку – ткань 4. Наиболее значительное уменьшение разрывной нагрузки наблюдается у ткани 6, а наименьшее – у ткани 2

С увеличением циклов истирания раздирающая нагрузка уменьшается. Наименьшими значениями показателя по основе без

истирающих воздействий имеет ткань 2, по утку – ткань 2, а при истирании в 32 тыс. циклов по основе – ткань 3, а по утку – ткань 1. Наиболее значительное уменьшение раздирающей нагрузки по основе наблюдается у ткани 6, по утку – у ткани 5.

С увеличением циклов истирания раздирающая нагрузка уменьшается. Наименьшими значениями показателя по основе без истирающих воздействий имеет ткань 4, по утку – ткань 4, а при истирании в 32 тыс. циклов по основе – ткань 3, а по утку – ткань 5. Наиболее значительное уменьшение раздирающей нагрузки по основе наблюдается у ткани 3, по утку – у ткани 1.

По результатам проведенных исследований наилучшей является ткань 6.

Список использованных источников:

1. Кирюхин С.М. Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. - М.: КолосС, 2011

2. Шустов Ю.С., Кирюхин С.М. Текстильное материаловедение. Лабораторный практикум. М.: ИНФРА-М, 2016

3. Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности. М.: ИНФРА-М, 2014

© Бабаева И.А., Буланов Я.И., 2021

УДК 675.024.5

ВЛИЯНИЕ ВЧ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ДУБЛЕНИЯ И ЖИРОВАНИЯ КОЖЕВЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ ШКУР ВЕРБЛЮДА

Баллыев С.Б., Шарифуллин Ф.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Плазма газового разряда находит широкое применение при создании и модификации материалов различной физической природы во многих отраслях промышленности. Большинство газовых разрядов при модификации натуральных высокомолекулярных материалов позволяют изменять свойства поверхности или приповерхностного слоя. При этом, применение плазмы высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда пониженного давления позволяет проводить модификацию как внешней поверхности, так и внутреннего объема натурального высокомолекулярного материала пористой структуры [1].

В работе исследовано применение плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления перед процессами дубления и жирования на свойства кожевенного полуфабриката из шкур верблюда.

В качестве объектов исследования выбраны образцы пикелеванного голья и дубленного полуфабриката из шкур верблюда вида дромедар, соответствующие ГОСТ 28425-90 [2] и ГОСТ 382-91 [3].

Методика обработки шкур верблюда плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления. Образцы пикелеванного голья и дубленого полуфабриката из шкур верблюда площадью 50 см^2 фиксировались в межэлектродном пространстве вакуумной камеры экспериментальной ВЧЕ плазменной установки пониженного давления. Производили предварительную откачку воздуха из вакуумной камеры. Регулировкой вентиля, соединяющего вакуумную камеру с вакуумным насосом, устанавливали рабочее давление, затем производили подачу плазмообразующего газа. Под действием электромагнитного поля между электродами образовывался плазменный сгусток – инструмент обработки.

На первом этапе исследований определяли влияние обработки плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления пикелеванного голья на свойства кожевенного дубленного полуфабриката. Плазменная обработка голья проводилась перед процессом хромового дубления в режиме: давление в вакуумной камере P=30 Па, мощность разряда W=2 кВт, расход плазмообразующего газа GAr=0,04 г/с, время обработки t=300 с.

Изменение свойств контрольного (без плазменной обработки) и опытного образцов (плазменная обработка перед процессом дубления) дубленого полуфабриката оценивали по физическим и механическим показателям: температуре сваривания дермы, пористости, содержанию минеральных веществ, нагрузке при разрыве, прочности при разрыве, удлинению при разрыве и относительному удлинению.

Изменение температуры сваривания контрольного и опытного образцов пикелеванного голья и дубленого полуфабриката представлены рис. 1.

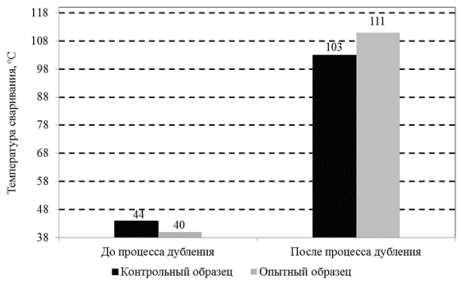


Рисунок 1 – Изменение температуры сваривания контрольного и опытного образцов пикелеванного голья и дубленого полуфабриката

Как видно из результатов, представленных на рис. 1, температура сваривания у голья после плазменной обработки снижается на 9%, что

свидетельствует о дополнительном разволокнении дермы за счет ослабления межмолекулярных связей (водородных, образованных силами Ван-дер-Ваальса) под действие ионной бомбардировки. После процесса дубления у опытного образца температура сваривания повышается на 7% по сравнению с контрольным образцом, так как плазменная обработка приводит к увеличению числа доступных функциональных групп коллагена, вступающих в реакцию с хромовыми комплексами дубителя.

Изменение пористости и содержания минеральных веществ контрольного и опытного образцов кожевенного полуфабриката представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Пористость и содержание минеральных веществ контрольного и опытного образцов кожевенного полуфабриката

Образец	Пористость, %	Содержание минеральных веществ, %
Контрольный	31	3,5
Опытный	38	4,5

Из результатов, представленных в табл. 1 видно, что у опытного образца наблюдается повышение относительных значений пористости на 18,4% и содержания минеральных веществ на 28,5%. Это свидетельствует о лучшем разделении и фиксации волокон дермы за счет увеличения степени связывания хромового дубителя с коллагеновыми волокнами после плазменной модификации.

На втором этапе исследований определяли влияние обработки плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления кожевенного дубленого полуфабриката на процесс жирования кожи. Для повышения показателя гидрофильности кожевенного полуфабриката плазменную обработку проводили в режиме: P=30 Па, W=2 кВт, GAr=0,04 г/с, t=300 с. Далее проводили сравнительный анализ процессов намазного и эмульсионного жирования.

Свойства кожевенного полуфабриката после процесса жирования оценивали по следующим показателям: содержание жира, динамический краевой угол смачивания, пористость, нагрузка при разрыве, прочность при разрыве, удлинение при разрыве и относительное удлинение.

Значения содержания жира контрольных и опытных образцов после процесса жирования представлено на рис. 2.

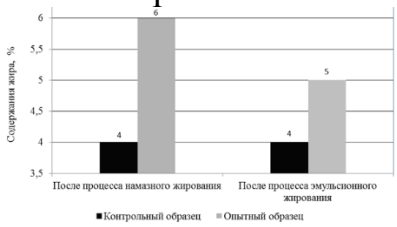


Рисунок 2 – Изменение содержания жира в дерме после процесса жирования кожевенного полуфабриката из шкур верблюда

Как видно из результатов, представленных на рис. 2, у опытных образцов после намазного и эмульсионного жирования наблюдается относительное увеличение содержания жировых веществ на 50% и 25% соответственно, по сравнению с контрольными образцами. Это свидетельствует о большем количестве диффузии жира в толщу дермы и фиксации его в межволоконном пространстве за счет разволокнения коллагеновых волокон при плазменной модификации.

Значения динамического краевого угла смачивания контрольных и опытных образцов представлено на рис. 3.

Рисунок 3 – Изменение динамического краевого угла смачивания дермы из шкур верблюда после процесса жирования

Как видно из результатов, представленных на рис. 3, у опытных образцов после намазного и эмульсионного жирования динамический краевой угол смачивания увеличивается на 16% и 2% соответственно, по сравнению с контрольными образцами. Т.е. поверхность кожи у опытных образцов обладает гидрофобными свойствами, что коррелируется с данными по содержанию жира в дерме после процесса жирования кожевенного полуфабриката. Результаты измерения пористости контрольных и опытных образцов представлены на рис. 4.

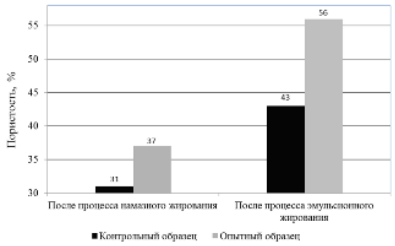


Рисунок 4 – Изменение пористости дермы из шкур верблюда после процесса жирования

Как видно из результатов, представленных на рис. 4, у контрольного образца после процесса намазного жирования не происходит изменение пористости по сравнению с контрольным образцом после дубления, что свидетельствует о не проникновении жировых веществ в толщу дермы. У опытных образцов повышаются относительные значения пористости после намазного и эмульсионного жирования на 16% и 23% соответственно по сравнению с контрольными образцами. Увеличение пористости связано с повышением степени разделения волокон в процессе жирования.

Одним из важнейших требований, предъявляемых при эксплуатации натуральных кожевенных изделий, являются высокие значения показателей механических свойств. Механические свойства контрольного и опытного образцов кожевенного полуфабриката из шкур верблюда после эмульсионного жирования представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели механических свойств контрольного и опытного образцов кожи из шкур верблюда после эмульсионного жирования

Показатели	Контрольный образец	Опытный образец
Нагрузка при разрыве, Н	60	99
Прочность при разрыве, МПа	9	15
Удлинение при разрыве, мм	18	26
Относительное удлинение, %	36	53

Как видно из результатов, представленных в табл. 2, у опытного образца кожи из шкур верблюда после предварительной обработки в потоке плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления перед процессами дубления и жирования наблюдается улучшение показателей механических свойств: нагрузки при разрыве на 39,4%; удлинения при разрыве на 40%; прочности при разрыве на 30,7%; относительного удлинения при разрыве на 32% по сравнению с контрольным образцом. Это свидетельствует о том, что у опытного образца произошло формирование большего количества связей между функциональными группами белка коллагена и комплексами хромого дубителя, а также повысилось качество жирования.

Разработанная методика выделки кожи хромового дубления из шкур верблюда показана на рис. 5.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных установлена закономерность влияния ВЧ плазмы пониженного давления на процессы дубления и жирования кожевенного полуфабриката из шкур верблюда. Разработана технология получения кожевенного полуфабриката из шкур верблюда с улучшенными физико-механическими свойствами.

Рисунок 5 – Блок-схема методики выделки кожи хромового дубления из шкур верблюда с применением плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления

Список использованных источников:

1. Вознесенский Э.Ф. Структурные исследования хромовой кожи, модифицированной в плазме ВЧ-разряда пониженного давления / Э.Ф. Вознесенский, И.Ш. Абдуллин, И.В. Красина // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 165-169.

2. ГОСТ 28425-90 Сырье кожевенное. Технические условия – Взамен ГОСТ 1134-73, кроме шкур овец; введ. 01.01.1991. – М. ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.

3. ГОСТ 382-91. Сырье кожевенное сортированное для промышленной переработки. Технические условия. – Взамен ГОСТ 382-76; введ. 01.01.1993. – М. Издательство стандартов, 2002. – 15 с.

© Баллыев С.Б., Шарифуллин Ф.С., 2021

УДК 628.512.23:665.5

ФЛАКОН ИЗ GLASS POLYMER ДЛЯ ПАРФЮМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ И УПАКОВКИ ДЛЯ НЕЕ

Баршатова А.Г., Крафт Ю.Н.
Научный руководитель Шафрай А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово

Стеклянная упаковка придает продукту солидный вид, рассматривается его эксклюзивность, так же он имеет нейтральные химические свойства. С помощью стекла можно получить любую форму, благодаря чему можно получить индивидуальную упаковку, что служит напоминанием о предприятии, производившем товар, а также придаст продукту на прилавке привлекательный вид [1].

Разработка оригинальной конструкции флакона и коробки довольно сложная задача, так как в настоящее время существует большое количество их разнообразия.

В данной работе следует описание формы флакона для парфюмерных изделий и коробки к ней. Так как у стекла есть минус, а именно в том, что оно может разбиться, а духи – это продукт, который имеет не низкую цену. Для этого случая появился материал, который заменит стекло, «Glass Polymer».

Это стеклонаполненный полимер, который представляет собой формованный композитный материал. Состоит данный полимер из коротких стеклянных волокон в матрице из полимерного материала. Его использует для изготовления широкого спектра конструктивных элементов методом литья под давлением или компрессионного формования. «Glass Polymer» считается идеальной альтернативой стеклу, предлагающая

гибкость конструкции, химическую прочность, долговечность, химическую стойкость и устойчивость к разрушению.

В настоящее время «Glass Polymer» производятся из стеклонаполненных сортов, в том числе полиамид (нейлон), ацеталей гомополимеров и сополимеров , сложного полиэфира , полифениленоксид (ППО / Noryl), поликарбоната , полиэфирсульфон.

Формовочная масса – это предварительно смешанный материал из смолы и волокон, поставляемый для формования. Некоторые из них термопластичные или термореактивные, другие отверждаются химическим путем и перед формованием смешиваются с катализатором (полиэфир) или отвердителем (эпоксидная смола).

Торговая марка Glass Polymer принадлежит семейству полиэфирных смол компании Eastman Chemical Co. Полимер обеспечивает прозрачность, уникальное химическое сопротивление, высокую ударопрочность и позволяет выпускать изделия с толщиной стенки до 35 мм. Цветовые решения материала без ограничений. В композиции с металлическими и натуральными волокнами, может иметь рельефную и хромовою поверхность. Переработка такого вида материала может быть выполнена методами литья, экструзии, формования.

Таким образом, полимерный материал такого вида комбинирует в себе неотличимость от стекла и достоинства пластика, в том числе ценой. Флакон из «Glass Polymer», так же, как и стекло имеет премиальный внешний вид.

У упаковки, разработанной из такого уникального материала, толстое дно и стенки, что описывает внешние признаки, которыми ранее обладала только стеклянная упаковка. Но флакон из такого материала не бьется, исключая, тем самым, отрицательное качество стекла. Материал предоставляет широкие возможности в дизайне и отделке.

Задумка нового варианта упаковки заключается в том, что его форма будет представлять образ музыкального инструмента, арфы, что связано с легендами о мистических существах. Таким образом, флакон будет уже описывать запах духов, который полон загадок и свежести. Также у баночки есть такая уникальная возможность, как дать ей другое предназначение в применении.

Сам флакон обхватывает бархатная лента, на которой расположено название духов в виде шармов, то есть выпуклых букв, с кристалликами. Которые изготовлены из такого материала, как золото.

Колпачок, разработан из полипропилена. Такой полимер является пластичным материалом, имеет высокую прочность при ударе и многократном изгибе, отличная износостойкость, также повышенная химическая стойкость. Данный материал не несет вреда, так как он стоек к кислотам, щелочам, растворам солей, минеральным и растительным маслам

при высоких температурах. Если задуматься об экологичности, то полипропилен легко перерабатывается.

Форма колпачка выполнена в виде образа бриллианта золотого оттенка. Которая символизирует богатство и благополучие в любви. Для осуществления надежного крепления, крышка будет оснащена магнитом. Дозатор можно открывать, для возможности дальнейшего использования. На рис. 1 представлен задуманный флакон для духов, спроектированный в виде 3D- визуализации.

Рисунок 1 – Флакон для духов, спроектированный в виде 3D визуализации

Так же для флакона запланировано выполнить картонную упаковку, на которой будет представлена вся нужная информация на задней стороне. На рис. 2 представлена картонная упаковка для флакона в 3D-визуализации, в открытом и закрытом виде.

Рисунок 2 – Картонная упаковка для флакона в 3D-визуализации, в открытом и закрытом виде

По представленной 3D-визуализации видно, что в закрытом виде картонная упаковка имеет прямоугольную форму, облегчающую штабелирование. Упаковка открывается с боковой стороны по диагонали. Внутри ее расположен подиум с углублением для надежной фиксации духов, который создает имитацию ленты на флаконе, с фирменным логотипом и надписью [1].

Коробка разработана из целлюлозного картона, материала, основу которого составляет целлюлоза, кроме того, в состав добавляется древесноволокнистая масса. Внешняя сторона бывает матовой или глянцевой. Оборотная имеет кремовые, белые, крафт (более темный коричневый цвет) оттенки. На рис. 3 представлена структура целлюлозного картона [2]. Этот материал многослойный, в его структуре присутствуют верх из целлюлозы; наполнитель – самый толстый слой, отвечает за жесткость; базовый слой материала изготавливается из первичных волокон (полученных из натуральной древесины) и древесной массы; низ из небеленого или беленого целлюлозного сырья.

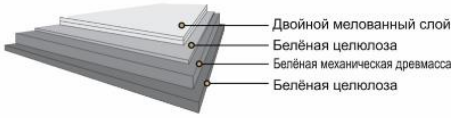


Рисунок 3 – Структура целлюлозного картона.

Основной характеристикой материала является то, что благодаря высокой прочности первичных волокон, а также их способности создавать между собой крепкие связи, целлюлозный картон имеет превосходные показатели жесткости и прочности. Он не расслаивается и не выщипывается в процессе печати. Изготовленные из него коробки устойчивы к деформации. К преимуществам изделий из целлюлозы относятся:

прочность за счет плотного соединения слоев;

надежное сцепление с мелованным покрытием;

водоотталкивающие свойства, что позволяет использовать его во влажной среде;

небольшая деформацию при нагрузках;

экологичность, безопасность для здоровья благодаря отсутствию вредных примесей;

пригодность для использования в полиграфии;

яркость и насыщенность цветов в результате хорошего взаимодействия с полиграфическими красками.

Как и флакон, эту упаковку можно использовать для других предназначений, например, в качестве шкатулки для украшений.

Список использованных источников:

1. Чемезов А.С. О производстве и использовании тары и упаковки из картона и бумаги. Аграрный вестник Урала, 2006. № 1 (31). с. 18-19.

2. Подобед Д.О. Оценка технической эффективности полиграфических комплексов для производства упаковки из картона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Московский государственный университет печати. Москва, 2004.

© Баршатова А.Г., Крафт Ю.Н., 2021

УДК 685.312.185

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА АНТИСКОЛЬЗЯЩИЕ СВОЙСТВА ОБУВИ

Карабанов П.С., Бороздина Г.А., Быкова А.Б.
Новосибирский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск

При ходьбе по обледенелым поверхностям велика вероятность падения и получения травм различной тяжести. Особенно велик риск падений при малых значениях коэффициента трения скольжения по опорной поверхности. Для повышения трения скольжения ходовой поверхности подошв разработаны различные приспособления к обуви [1] и проведены исследования взаимодействия подошвенных материалов с обледенелой поверхностью [2, 3]. При этом установлено, что главными факторами, определяющими коэффициент трения скольжения, являются эластичность подошвенных материалов и величина выступов на опорной поверхности, которые неизбежно формируются на ней. В работах [1, 2] выявлены закономерности влияния указанных факторов на антискользящие характеристики обуви, что позволяет учесть их при изготовлении ходовой поверхности подошв.

В настоящей работе рассмотрено комплексное влияние указанных факторов на антискользящие характеристики подошв. Поставленная задача решалась с применением математических методов планирования и анализа эксперимента [4], позволяющих значительно сократить количество экспериментов и представить результаты в наглядной форме.

Эластичные свойства подошвенных материалов характеризовали условным модулем упругости Е, который определяли для композиций на основе ЭВА плотностью от 170 до 1050 кг/м^3, что соответствовало показателю Е в интервале от 0,8 до 4,7 МПа. Обледенелую поверхность моделировали пластинами из ПТФЭ (политетрафторэтилена) в которые внедрялись стальные шарики диаметром от 1,0 до 6,0 мм на глубину их радиуса. К этому следует добавить, что модели взаимодействующих поверхностей скольжения и диапазоны варьирования исследуемых факторов обоснованы в работах [1, 2]. Таким образом, при проведении экспериментальных исследований диапазоны варьирования исследуемых факторов выбраны в пределах Е = 0,8-4,7 МПа и R = 0,5-3,0 мм.

Экспериментальное исследование проводили на модернизированном стенде для фиксации и записи сил трения скольжения. После математической обработки экспериментальных данных получено

уравнение регрессии, характеризующее искомые закономерности. Это уравнение в именной форме имеет вид

$$\mu = 0.681 - 0.022E + 0.088R + 0.019ER - 0.094E^2 + 0{,}798. \quad (1)$$

На рис. 1 представлен геометрический образ зависимости коэффициента трения скольжения от модуля упругости E подошвенного, материала и высоты выступов R на опорной поверхности.

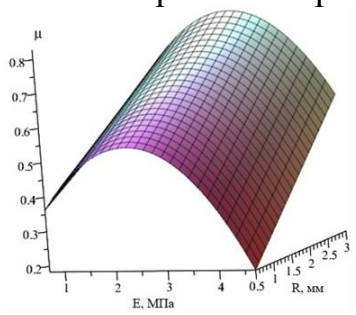


Рисунок 1 – Геометрический образ зависимости коэффициента трения скольжения от модуля упругости E и высоты выступов R.

Из рисунка следует, что зависимости коэффициента трения скольжения от фактора E экстремальный характер с максимальным значением μ в диапазоне 2,0..2,5 МПа, что вполне согласуется с результатами работы [1]. Отметим, что зависимость μ от R близка к линейной, что также соответствует данным работы [2].

Кривые равных коэффициентов трения скольжения μ в зависимости от исследуемых факторов E и R представлены на рис. 2. По этим кривым можно оценивать антискользящие характеристики подошвенных материалов и прогнозировать их в зависимости от шероховатости опорной поверхности.

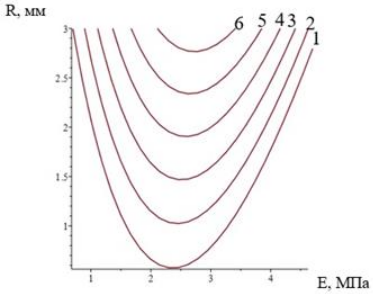


Рисунок 2 – Кривые равных коэффициентов трения скольжения μ в зависимости от исследуемых факторов E и R: μ = 0,55; μ = 0,6; μ = 0,65; μ = 0,7; μ = 0,75; μ = 0,8

Так из рис. 2 следует, что максимальный коэффициент трения скольжения обеспечивает подошвенный материал, имеющий условный модуль упругости E = 2,0-3,0 МПа, а параметр μ увеличивается пропорционального повышению высоты выступов R на опорной поверхности.

Таким образом, установлено влияние основных факторов, определяющих фрикционные характеристики ходовой части подошв, при её скольжении по обледенелой опорной поверхности. Выявленные

закономерности представляют теоретический интерес для анализа фрикционных характеристик эластичных материалов по твёрдым скользким поверхностям и могут быть полезны при проектировании антискользящих элементов подошв.

Список использованных источников:

1. Карабанов, П.С. Закономерности влияния плотности подошвенных материалов на их фрикционные свойства // П.С. Карабанов, Е.В. Заушицына, В.А. Харина / Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГУПТД, 2019. - №2 – С. 52-55.

2. Карабанов, П.С. Фрикционное взаимодействие элементов ходовой части подошв с неровностями опорной поверхности// П.С. Карабанов, В.А. Харина, В.В. Костылева, И.Р. Татарчук/ Дизайн и технологии. – Москва: «Экономическое образование», 2019. –С. 37-41.

3. Карабанов, П.С. Концепция создания противоскользящего рельефа ходовой поверхности подошв// П.С. Карабанов, В.А. Харина, Г.А. Бороздина/ Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГУПТД, 2019. - №4 – С. 50-54.

4. Тихомиров, В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в лёгкой и текстильной промышленности). – Москва: «Лёгкая индустрия», 1974. – 262 с.

© Карабанов П.С., Бороздина Г.А., Быкова А.Б., 2021

УДК 678.02

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гапонов И.А., Айзатуллин Т.И.
Научный руководитель Ваганова Е.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

На данный момент, существует много различных способов производства компонентов для композиционных материалов. Такое большое множество объясняется тем, что каждый способ создается для решения определенных задач производства и проектирования, которые связаны с армированными полимерами. Следовательно, всегда выбор способа для произведения какой-то определенной детали будет зависеть от материалов, ее конструкции и конечного применения.

Процесс производства композиционного материала включает такие стадии как выбор состава композита и технологии его производства;

формирование проектных исходных данных; оценка ключевых свойств произведенного материала и сопоставлении их с заданием на проектирование.

Одним из самых распространённых способов производства для изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) мелкосерийного производства считается метод прессования. Его суть состоит в использовании предварительно раскроенного материала с параметрами готового изделия, которое выкладывают в формующую оснастку, где под воздействием тепла и давления на него воздействует пуансон и материал принимает необходимую форму.

Методы прессование ПКМ классифицируют на прямое и литьевое. В процессе прямого прессования используемый пресс-материал (например таблетки или порошок) помещают в открытую полость пресс-формы или между обогреваемыми плитами пресса, где он испытывает воздействие давления и тепла. Чаще всего таким методом получают толстые листы, блоки, толстостенные изделия трудной формы и переменного сечения.

В случае литьевого прессования полимерных композиционных материалов, необходимо заранее размягчать (пластифицировать) материал, затем его впрыскивают двигающимся в осевом направлении поршнем из загрузочной камеры через литниковые каналы в заранее замкнутую пресс-форму. Литьевое прессование используется для переработки полимерных композиционным материалов на основе высоковязких термопластов и быстроотверждающихся реактопластов [1].

Для крупносерийного производства изделий применяют компрессионное формование и литье под давлением. Компрессионное формование проводят при высоком давлении. Полимер расплавляется, смешивается и гомогенизируется в пластификационном блоке. Вязкость материала уменьшается, композит начинает течь. Устройство захвата материала собирает дозы полимера, соответствующие точному весу продукта, и наполняет полость формы.

Способ литье под давлением похож на компрессионное формование только вместо того, чтобы начинать с сэндвич-композита, который стягивается для заполнения формы, литье под давлением возникает со смолы, которая потом впрыскивается в форму сквозь щели. Преимуществами метода литья под давлением являются быстрота процесса при малом давлении и после отверждения и выброса материалу нужна небольшая обработка [2].

Метод пултрузии (протяжки) применяют для производства высоконаполненных волокном композиционных деталей с постоянной поперечной структурой. В процессе пултрузии производят пропитку армирующего элемента путем протяжки через полимерную ванну. Для придания формы и выравнивания волокна, пропитанные полимером

волокна, пропускают через преформовочное устройство. Затем незатвердевший полимер пропускают через фильеру. Для того, чтобы не происходило преждевременной коагуляции полимера входная часть фильеры охлаждается водой.

Преимуществами метода пултрузии является то, что из фильеры выходит отвержденный готовый продукт, который не требует дополнительной обработки. Его вытягивают вытяжной машиной и затем распиливают на готовые к использованию части [3].

Метод экструзия используется для производства объектов определенного профиля поперечного сечения. Технология этого метода состоит в том, что материал продавливается сквозь матрицу необходимого поперечного сечения. Два главных достоинства данного процесса в сравнении с другими производственными процессами состоит в его способности обрабатывать хрупкие материалы и делать крайне трудные поперечные сечения, так как материал соприкасается только с сжимающими и сдвиговыми напряжениями. Также он формирует детали с хорошей обработкой поверхности [4].

Метод контактного формования применяют для создания стеклопластиковых композиционных материалов. Перед началом производства пресс-форма сначала прорабатывается разделительным агентом и гелем.

Контактное формование изделий производят двумя методами – напылением и ручной укладкой. Технологический процесс ручной укладки начинается с того, что на матрицу (оснастку) наносят вручную или распылителем специальный защитно-декоративный слой (гелькоут), который придает форму наружной поверхности будущего изделия. Следующим этапом является высыхание гелькоута. На данной стадии процесса происходит формование стеклопластика. Затем в матрицу укладывается предварительно раскроенный стеклянный материал: стеклоткань, стекломат или другой тип армирующего наполнителя, выбор которого зависит от требований. Затем, при помощи мягкого валика или кисти, стеклоткань пропитывается связующим – смесью полиэфирная смола и отвердитель. В общепринятом смысле, стеклопластик – это композитный материал, состоящий из следующей смеси: полиэфирная смола, отвердитель, стеклоткань или стекломатериал. На последнем этапе производят прикатку еще не отвержденного ламината жестким валиком для удаления пузырьков воздуха из него. После отверждения, готовое изделие извлекается из формы и подвергается механической обработке: обрезка облоя – излишков стеклопластика или отвержденной полиэфирной смолы по краям изделия; высверливание отверстий.

Преимущественно метод контактного формования используют при изготовления крупногабаритных деталей сложного строения.

Частично механизированное ручное формование относят к методу формования напылением. Его отличительной особенностью является то, что волокнистую арматуру измельчают на короткие сегменты, которые затем помещают в форму с матрицей и катализатором [5].

Частным случаем формования с переносом смолы является вакуумная инфузия (VARTM-Vacuum Assisted Resin Transfer Molding). Ее отличительной стороной считается замена верхней части пресс-формы вакуумным мешком и использование вакуума для облегчения передвижения потока смолы. Данный процесс за счет применения вакуума упрощает передвижения потока смолы в слой волокна, содержащийся в пресс-форме, покрытой вакуумным мешком. В дальнейшем, после пропитки, композитной детали происходит отверждение при комнатной температуре с дополнительным последующим отверждением, если это требуется. По большей части данный процесс позволяет получать композиты с объемной долей волокна примерно от 38 до 48%. Соотношение смолы к волокну очень важно соблюдать для определения общей прочности и эксплуатационных характеристик конечной детали.

Механическая прочность материала в наибольшей степени зависит от типа армированного волокна. Тип применяемой смолы прежде всего определяет температуру теплового искажения, коррозионную стойкость и чистоту поверхности. Смолы, применяемые в данном процессе, должны иметь малую вязкость из-за ограниченного перепада давления, обеспечиваемого вакуумным насосом. Также можно использовать высокоэффективные волокна, такие как углеродное волокно. Но их применение распространено меньше и в основном применяется для производства высококачественных деталей.

Таким образом, у разных методов производства композитов имеются свои преимущества: одни методы позволяют производить большие объемы продукции за короткое время, в то время как другие предлагают низкие затраты на запуск и материалы. При выборе метода, специалист должен оценить какой процесс изготовления композита даст лучшие результаты.

Список использованных источников:

1. Полимерные композиционные материалы. Свойства. Структура. Технологии: учебное пособие – 3-е испр. изд. /под ред. А.А. Берлина. СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 560 с.

2. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технологии: учебное пособие / С.Л. Баженов [и др.]. г. Долгопрудный, Московская обл. : Интеллект, 2010. - 347 с.

3. Ивановский С.К. К вопросу переработки полимерных композиционных материалов / А.Н. Бахаева, К.В. Жерякова, А.Р. Ишкуватова // [Электронный ресурс]:Успехи современного естествознания.

– 2014. – № 12. - 5. URL:http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-pererabotki-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov

4. Энциклопедия бизнеса [Электронный ресурс]. Пултрузия. 2010. – Режим доступа: https://mplast.by/encyklopedia/pultruziya/

5. Ревяко, М. М. Теоретические основы переработки полимеров : учебное пособие для студентов вузов по специальностям "Химическая технология органических веществ, материалов и изделий", "Упаковочное производство", "Машины и технология обработки материалов давлением" / М. М. Ревяко, Н. Р. Прокопчук. - Минск: БГТУ, 2009. - 303 с.

6. Производство изделий из полимерных материалов. [Электронный ресурс]. Контактное формование. 2009. – Режим доступа: https://plastinfo.ru/information/articles/264/

© Гапонов И.А., Айзатуллин Т.И., 2021

УДК 620:004.932

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Грибова Е.В., Новиков А.Н., Волкова П.Д.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Неразрушающие методы контроля различных характеристик текстильных материалов завоевывают все большую популярность при проведении и обработки результатов испытаний материалов. Тепловой контроль, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля, как раз и относится к подобным методам. При тепловом контроле обычно анализируется тепловое изображение объекта контроля, создаваемое за счет теплового излучения с его поверхности.

Теплота является наиболее универсальной формой передачи энергии. При помощи специального оборудования можно регистрировать излучение, которое исходит от исследуемого образца. Одним из оптимальных и удобных в использовании приборов является тепловизор, работа которого основана на визуализации инфракрасного излучения или распределения температуры на поверхности объекта.

Тепловизор измеряет инфракрасное излучение в длинноволновом спектре. Он фиксирует излучаемое, отраженное и проходящее инфракрасное излучение, которое исходит от объектов, расположенных в пределах поля зрения прибора.

Коэффициент излучения (степень способности материала излучать инфракрасное излучение) зависит от свойств поверхности, материала и

температуры измеряемого объекта. Коэффициент отражения отражает степень способности материала отражать инфракрасное излучение, также зависит от свойств поверхности, температуры и вида материала.

Для нашего случая наибольший интерес вызывает исследование коэффициента пропускания, т.е. способность материала пропускать через себя инфракрасное излучение. Зависит эта величина от типа и толщины материала. Во многих областях применения излучаемая и отраженная температура соответствует температуре окружающей среды. Поэтому в данной работе значения коэффициентов излучения и отражения не учитываются.

Лабораторное оборудование по определению коэффициента теплопроводности и теплоизолирующих свойств материалов достаточно громоздко и требует, обычно, стационарного базирования, например, [1].

В данной работе представляется мобильная установка, позволяющая проводить экспресс-анализ теплозащитных свойств материалов. Схема предлагаемой установки представлена на рис. 1.

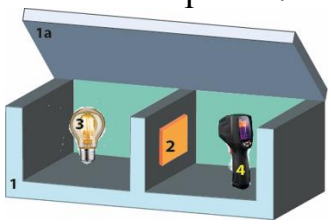


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки для изучения теплопроводных свойств материалов

Корпус установки выполнен из экструдированного пенополистирола Пеноплекс (1). Утеплитель довольно легкий, обладает замкнутой структурой ячеек и высокой механической прочностью, панели из него могут быть использованы даже для наружной теплоизоляции зданий. Коэффициент теплопроводности составляет около 0,03 Вт/(м-К). Сверху установка закрывается крышкой из того же материала (1а). Тем самым исключаются случайные воздействия внешней среды при проведении испытаний.

Установка разделена на две части перегородкой, тоже из пеноплекса. В перегородке вырезано специальное окно, в которое помещается испытуемый образец (на рис. 1 он отмечен индексом 2). Для получения теплового потока, который будет проходить через образец, предлагается использовать инфракрасную лампу (отмечена цифрой 3). Постоянство температуры в первой камере поддерживается с помощью терморегулярора. Тепловой поток проходит через испытуемый образец. После чего фиксируется тепловизором (4).

Полученные в результате испытаний тепловые изображения анализируются. Для автоматизации процесса исследования разработаны специальные алгоритмы, анализирующие изображения.

Применение предлагаемой лабораторной установки позволит на качественном уровне сравнивать довольно быстро образцы различных материалов. Подобная задача может возникнуть в случае, например, смены сырья при производстве нетканых материалов. Или при изменении технологических параметров получения полотна. Подобная информация поможет технологам оперативно принять правильные решения и своевременно скорректировать эти технологические параметры.

Лабораторная установка при некоторых доработках и коррективах может использоваться для изучения некоторых других свойств материалов. Например, если вместо нагревателя установить звукогенератор, а тепловизор заменить микрофоном, можно исследовать звукоизоляционные свойства материалов.

Таким образом, предлагаемая установка может быть полезна при решении различных задач материаловедения и в случаях, когда необходимо провести экспресс-оценку свойств материалов при изменении технологических параметров производства.

Список использованных источников:

1. Лабораторная установка по определению теплопроводности теплоизолирующих материалов/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://measlab.ru/catalog/stands/teplotekhnika-i-termodinamika/laboratornaya-ustanovka-po-opredeleniya-teploprovodnosti-teploizoliruyushchikh-materialov/ – Загл. с экрана. (Дата обращения: 28.03.2021).

© Грибова Е.В., Новиков А.Н., Волкова П.Д., 2021

УДК 620:004.932

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Грибова Е.В., Треболина Ю.Н.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Производство нетканых материалов в России неукоснительно растет год за годом. Это связано со многими факторами, в том числе с расширяющимися сферами применения нетканых материалов: медицина, строительство, военная промышленность, сельское хозяйство. Появляются новые виды и новые способы получения нетканых материалов, что неизбежно требует создания и новых методов их исследования. В настоявшее время вопросу исследования тепловых свойств текстильных материалов уделяется недостаточное внимание в научных работах. Все методы и приборы, которые были заложены в основу определения тепловых свойств имеют значительные недостатки, затрудняющие проведение работ

по оперативному анализу теплопроводности получаемых нетканых материалов. Необходима новая экспресс-методика, позволяющая оценить тепловые свойства нетканых материалов, например, на качественном уровне.

Целью данной работы является изучить имеющиеся методы и на их основе предложить новый экспресс-метод, отвечающий современным требованиям, предъявляемым к оперативному исследованию свойств нетканых материалов. Метод основывается на математическом анализе данных, цифровой обработке изображений и специальном программном обеспечении, позволяющем автоматизировать процесс получения необходимой информации о свойствах материалов.

Вопросами изучения тепловых свойств нетканых материалов посвящены работы Ю.С. Шустова [1], П.А Колесникова, В.А. Осиповой, М.Г. Клебанова, А.И Фесенко, А.С. Соколовой, Трещалиной А.В., Бессоновой М.Г.

Все методы измерения тепловых свойств подразделены на две группы: методы, основанные на принципе стационарного теплового режима и методы, основанные на принципе нестационарного или регулярного теплового режима. Методы первой группы основаны на создании стационарного по времени температурного поля, в образце при этом создаются разности температур, которые доводятся до постоянных. Искомые коэффициенты находят при помощи уравнение Фурье. Главным недостатком метода считается большая длительность исследования от 2 до 5 часов, это связано со временем наступления стационарного теплового процесса.

Стандартный прибор для определения тепловых свойств материалов методом стационарного потока представлен на рис. 1:

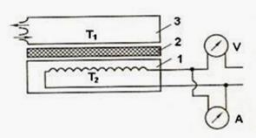


Рисунок 1 – Прибор для определения тепловых свойств материалов методом стационарного потока

Прибор состоит из нагревателя 1 и холодильного оборудования 2. Между ними закладывается испытуемый материал. Температуры нагревателя и холодильника устанавливают постоянными, с помощью вольтметра и амперметра фиксируют расход потребляемой электроэнергии на поддержание постоянной разницы температур, которую измеряют с помощью термопар. По полученным значениям силы тока и напряжения рассчитывают мощность теплового потока.

Методы второй группы основаны на свободном охлаждении нагретого тела в жидкой или газообразной среде. Испытание материала сводится к фиксированию изменений температуры системы во времени и

вычислению искомых тепловых величин по общим законам теплопередачи. Недостатком этого метода считают небольшие пределы изменения коэффициента теплопроводности, что затрудняет интерпретацию полученных результатов.

К приборам второго метода относится прибор ПТС-225 для определения суммарного теплового сопротивления по ГОСТ 20489-75. Принципиальная схема прибора представлена на рис 2:

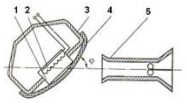


Рисунок 2 – Схема прибора ПТС-225

Прибор состоит из платины 1, электронагревателя 2, корпуса прибора 3, и аэродинамического устройства 5. Образец материала 4 крепится на передней крышке корпуса. Аэродинамическое устройство создает воздушный поток определенного направления и скорости. Температуры пластины и окружающей среды измеряют с помощью термопар. Суммарное тепловое сопротивление образца вычисляют по темпу охлаждения до заданного перепада температур между температурой пластины и температурой воздуха.

Проанализировав рассмотренные методы и приборы для оценки тепловых свойств нетканых материалов, разработана лабораторная установка для проведения качественного экспресс-анализа данных свойств. При создании установки планируется использовать прибор для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отражается на дисплее прибора и сохраняется в памяти устройства как цветовое поле, где определенной температуре соответствует определенный цвет, что дает возможность дальнейшей обработки изображений, полученных в ходе испытаний материалов. Внешний вид прибора марки Testo 868 представлен на рис. 3:

Рисунок 3 – Внешний вид тепловизора Testo 868

Использование тепловизора при измерениях обусловлено несколькими важными аспектами: высокая термочувствительность прибора, точные значения температур, высокая скорость получения результатов эксперимента и их обработка, большой температурный диапазон. С помощью тепловизора в лабораторной установке планируется фиксировать прохождение теплового потока через нетканый материал.

Таким образом, целью работы является разработка метода экспресс-анализа тепловых свойств нетканых материалов для оперативного контроля образцов как на стадии производства, так и при использовании данного материала. Для практической реализации данного метода предусматривается создание лабораторной установки с использованием тепловизора и разработка алгоритма обработки цифровых изображений, полученных с помощью бесконтактного устройства для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности, основанного на методах математического анализа. Метод экспресс-анализа на качественном уровне позволит сократить время исследования тепловых свойств нетканых материалов и позволит в значительной мере автоматизировать процесс исследования.

Список использованных источников:

1. Шустов Ю.С. Основы текстильного материаловедения : учебное пособие / Ю.С.Шустов. - Москва : МГТУ им. А. Н. Косыгина : Совъяж Бево, 2007. - 301 с.

© Грибова Е.В., Треболина Ю.Н., 2021

УДК 677

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА

Карноухов А.Е., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

В настоящее время в связи с широкой распространенностью электронных приборов актуальность приобретает вопрос защиты человека от электромагнитного излучения (ЭМИ). Так же в значительной мере от ЭМИ могут страдать высокочувствительные измерительные приборы, в элементах которых может возникать наведенная электродвижущая сила, что значительно снижает точность измерений [1].

Наиболее эффективным методом защиты от ЭМИ является экранирование. Как правило, защитные экраны состоят из металлической арматуры, сеток и пластин. Однако высокая металлоемкость и громоздкость получаемых конструкций ограничивают сферу их применения.

Альтернативой данным экранам являются токопроводящие текстильные материалы, получаемые путем нанесения тонкой металлической пленки на поверхность волокон. В промышленности

получили распространения следующие методы нанесения металлических пленок на поверхность материалов: перенос пленки, гальваническое нанесение и процессы вакуумного испарения-конденсации. Метод переноса характеризуется низкими показателями адгезии и износостойкости покрытия. Метод гальванического нанесения покрытия является наиболее простым в исполнении, но не экологичным, т.к. в технологическом процессе используются токсичные вещества, а также может приводить к деструкции полимерных материалов. Среди методов вакуумного испарения-конденсации металла на полимерные материалы наибольшее распространение получил метод магнетронного напыления. Он позволяет наносить тонкие металлические покрытия с высокой адгезией к подложке и при этом не оказывает деструктирующего воздействия на полимерные материалы вследствие нагрева [2].

При металлизации полимерных материалов актуальной задачей является повышение адгезии между напыляемым слоем и полимерной подложкой. Многочисленные экспериментальные данные по адгезии полимеров к металлам свидетельствуют о решающем влиянии на прочность адгезионных соединений физико-химических свойств полимера. Особенно большое влияние на адгезию полимеров к металлам оказывает наличие на его поверхности полярных функциональных групп [3].

В качестве объектов исследования выбраны текстильные ленты, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Волокнистый состав	Вид переплетения	Ширина, мм	Линейная плотность, г/м
Полиэфир (ПЭФ) 100 %	полотняное	25	25
Полиамид (ПА) 100 %	полотняное	22	8,69
Полипропилен (ПП) 100 %	полотняное	50	26,4

Металлизация синтетических текстильных лент производилась на установке магнетронного напыления ВАТТ 1000-4М [4]. Магнетронное напыление осуществлялось в течение 10 мин, при давлении 0,4 Па, постоянном токе 10 А, в качестве плазмообразующего газа использовался аргон, мишень – сплав АТ0,5 (алюминий/титан 99,5/0,5%).

Для оценки устойчивости металлического покрытия к подложке использован метод испытания на расслаивание с использованием клейкой ленты 3M 610 Scotch® [5]. Исследование поверхности клейкой ленты после отлипа от поверхности металлизированных лент проводили на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе (КЛСМ) Olympus LEXT OLS 4100 (Япония).

Внешний вид текстильной ленты до и после металлизации представлен на рис. 1.

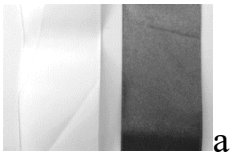
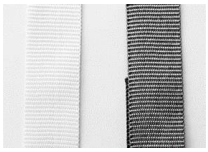
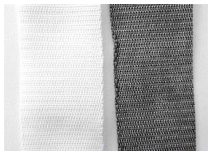

а

б

в

Рисунок 1 – Внешний вид ПЭФ (а), ПА (б) и ПП (в) лент до и после металлизации

Визуальная оценка поверхности металлизированных лент свидетельствует, что полученное металлическое покрытие характеризуется равномерностью и видимых дефектов не наблюдается не зависимо от волокнистого состава текстильных подложек.

На рис. 2 представлены КЛСМ изображения поверхности клевой ленты с постоянной липкостью после ее отрыва от поверхности исследуемых металлизированных текстильных материалов.

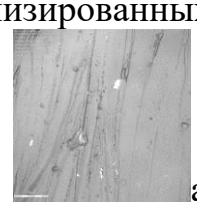
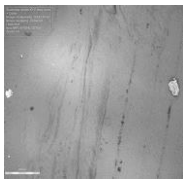
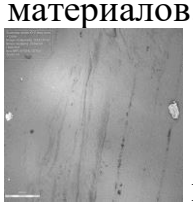

а

б

в

Рисунок 2 – КЛСМ изображение поверхности клеевой ленты после отрыва от металлизированной ленты на основе: а – ПЭФ, б – ПА, в – ПП

По результатам КЛСМ видно, что при отрыве клевой ленты с постоянной липкостью от поверхности металлизированных ПЭФ и ПА лент (рис. 2а, 2б) на ее поверхности присутствуют небольшое количество металла, расположение и форма которых свидетельствует о том, что отделение металла от поверхности текстильных лент вероятно произошло в местах локальных загрязнений поверхности, которые препятствовали адгезии металлического покрытия к полимерной подложке. При отрыве клевой ленты с постоянной липкостью от поверхности металлизированной ПП ленты (рис. 2в) наблюдается полное отслоение металлического покрытия с поверхности текстильного материала, что свидетельствует о низкой адгезионной способности ПП волокон.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при нанесении металлических покрытий методом магнетронного напыления на волокнистые материалы на основе полимеров, содержащих функциональные кислород- и азотсодержащие группы, адгезия покрытия к подложке удовлетворительная. При металлизации полипропиленовых волокон адгезия покрытия к полимерной подложке слабая, что объясняется отсутствием на поверхности полиолефинов функциональных групп. Это позволяет сделать вывод, что для применения метода магнетронного напыления для получения металлизированных текстильных материалов на основе полиолефиновых волокон необходима предварительная активация текстильной подложки с целью привития на ее поверхность полярных функциональных групп.

Список использованных источников:

1. Овчинников, С.С. Влияние электромагнитных полей на точность показаний электронных геодезических приборов / С.С. Овчинников // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. – 2010. – №2 (13)

2. Тесленок А. В. Методы напыления ультратонких металлических пленок //Высокие технологии в современной науке и технике: сборник научных трудов IV Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 21-24 апреля 2015 г.– Томск, 2015. – 2015. – С. 40-43.

3. Старостина И. А., Бурдова Е. В., Сечко Е. К., Хузаханов Р. М., Стоянов О. В. Влияние кислотно-основных свойств металлов, полимеров и полимерных композиционных материалов на адгезионное взаимодействие в металл-полимерных системах // Вестник Казанского технологического университета. 2009. №3.

4. Y A Timoshina [e.t.c.] Application of preliminary plasma modification the surface of synthetic materials in the processes of application of functional metal coatings //Phys.: Conf. Ser. 1588 / XI Scientific Technical Conference on Low Temperature Plasma during the Deposition of Functional Coatings 5-8 November 2019, Kazan, Russian Federation

5. Карноухов А.Е., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф., Желонкин Я.О., Тихонова Н.В. Исследование устойчивости металлического покрытия на поверхности текстильной полиэфирной ленты //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2020. Т. 50. № 4. С. 77-80.

© Карноухов А.Е., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф., 2021

УДК 685.34.025

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЧНОСТИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Карабанов П.С., Бороздина Г.А., Клопова А.В.
Новосибирский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский государственный университет
им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск

Качество сборки заготовок верха обуви в значительной степени определяется как прочностными характеристиками применяемых материалов, так и технологическими параметрами их соединения.

При выборе параметров ниточных соединений до сих пор руководствуются рекомендациями типовой технологии. Однако в последние десятилетия разработаны новые материалы для верха обуви,

появились инновационные нити с повышенными механическими и технологическими характеристиками, поэтому поиск оптимальных параметров ниточных соединений новых материалов для деталей верха обуви, позволяющих повысить конкурентоспособность, актуален.

Поставленная задача является многофакторной и заключается в исследовании влияния прочностных свойств современных скрепляемых и скрепляющих материалов на прочность ниточного шва, так как от нее в дальнейшем будут зависеть процесс формования заготовок верха, внешний вид и эксплуатационные свойства обуви.

Задача решалась с использованием центрального композиционного ротатабельного планирования эксперимента второго порядка (предварительный эксперимент показал неадекватность линейной модели) [1]. Этот метод планирования эксперимента позволяет получить точное математическое описание поверхности отклика.

Для проведения эксперимента были выбраны кожи для верха обуви различных производителей («Тула», «Мега», «Соната», «Элегия», «Наплак», «Барбадос», «Наполи»), прочностные характеристики которых оценивали по показателю – предел прочности при растяжении. Предел прочности кожи при растяжении определяли согласно ГОСТ 938.11-69 «Кожа. Метод испытания на растяжение».

В качестве скрепляющих материалов использовали современные каркасные (армированные) нитки отечественных и зарубежных производителей, прочностные характеристики которых оценивали по критерию относительное разрывное усилие швейных ниток.

Диапазон и уровни варьирования исследуемых факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные для постановки эксперимента

Фактор	Уровень варьирования				
	-1,414	-1	0	+1	+1,414
X1 – предел прочности при растяжении, МПа	10	11.5	15	18.5	20
X2 – относительное разрывное усилие швейных ниток, сН/текс	20	21.5	25	28.5	30

Для получения наглядного представления о степени влияния длины стежка на прочность ниточного шва эксперимент проводился при длине стежка в 1.4 мм, 2 мм и 3.3 мм. Выбор этих значений обусловлен рекомендациями, приведенными в технологии производства.

Для проведения экспериментов в соответствии с матрицей планирования изготавливали образцы для испытания в соответствии с ГОСТ 9290-76 «Обувь. Метод определения прочности ниточных швов соединения деталей верха» (дата актуализации описания: 01.01.2021). Испытание прочности ниточных швов производилось на разрывной машине РТ-250-2М при скорости движения нижнего зажима 100±10мм/мин. В

испытании участвовали простроченные образцы прямоугольной формы размером 45х40 мм с размерами рабочей части 25х40 мм [2].

После проведения экспериментов и математической обработки результатов получены математические модели зависимости прочности ниточных соединений от исследуемых факторов, которые имеют следующий вид:

при длине стежка – 1.4 мм

$$Y=89,97+6,51X1+8,41X2+1,73X1X2-3,54X12-10,11X22 \quad (1)$$

при длине стежка 2 мм

$$Y=123,41+9,55X1+9,15X2+1,03X1X2-4,32X12-13,87X22 \quad (2)$$

при длине стежка 3.3 мм

$$Y=116,49+7,88X1+9,98X2+1,4X1X2-3,01X12-13,6X22 \quad (3)$$

Полученные регрессионные уравнения позволяют расчетным путем определить прочность ниточного соединения при различных сочетаниях рассматриваемых факторов.

Для более детального качественного и количественного анализа полученных математических моделей и их интерпретирования с позиций прочности ниточных соединений построены геометрические образы зависимостей с помощью прикладного программного пакета Maple 2018.2. Обобщенная картина влияния прочностных характеристик скрепляемых и скрепляющих материалов при различной длине стежка иллюстрируется рис. 1, из которого следует, что это влияние весьма значительно.

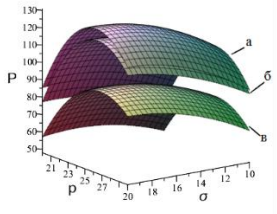


Рисунок 1 – Зависимость прочности ниточных соединений (Р) от относительного разрывного усилия швейных ниток (р), предела прочности при растяжении кожи (σ) при длине стежка: а – 2 мм; б –3.3 мм; в –1.4 мм.

Ниточные соединения, выполненные с различной длиной стежка, существенно отличаются и по прочности ниточного шва. Наилучшей прочностью обладают ниточные соединения с длиной стежка 2 и 3.3мм. Негативное влияние этого фактора прослеживается при длине стежка 1.4 мм, так как за счет проколов иглой значительно ослабляется материал по месту строчки.

Кривые равной прочности ниточных соединений, представленные на рис. 2, свидетельствуют о тесной взаимосвязи между исследуемыми

факторами и позволяют определить их оптимальное сочетание для достижения требуемой прочности при длине стежка 2 и 3.3 мм.

Количественные результаты исследования, представленные на рис. 3, показывают целесообразность применения для кожевенных материалов с более высокими прочностными характеристиками швейные нитки с большим относительным разрывным усилием, так как именно они будут оказывать влияние на прочность ниточного шва.

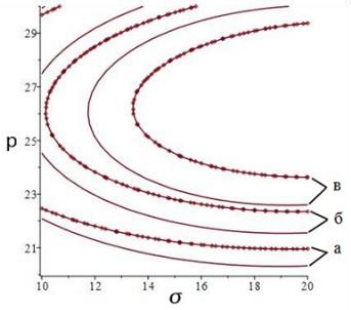


Рисунок 2 – Зависимость прочности ниточных соединений (Р) от относительного разрывного усилия швейных ниток (р) и предела прочности при растяжении кожи (σ) при показателе прочности: а – 90Н, б – 105Н, в – 115Н. Кривая прочности при длине стежка 2 мм – ⁻•⁻•⁻•⁻•⁻•⁻ ; кривая прочности при длине 3.3 мм – ——

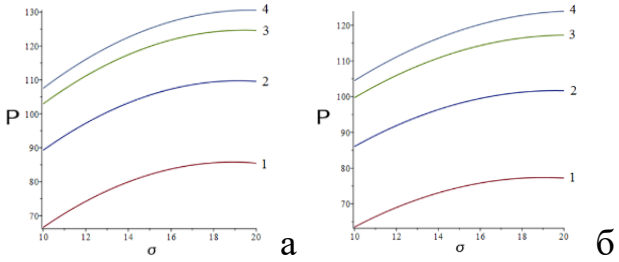


Рисунок 3 – Зависимость прочности ниточных соединений (Р) от предела прочности при растяжении кожи (σ) при относительном разрывном усилия швейных ниток (р) р = 20 Н (кривая 1), 22 Н (кривая 2), 24 Н (кривая 3) и 26 Н (кривая 4) при, а – длине стежка 2 мм; б – длине стежка 3.3 мм

Таким образом, с помощью полученных зависимостей можно подобрать для кожи наиболее подходящие нитки и, не проводя эксперимента еще на стадии технической подготовки производства прогнозировать поведение скрепляемых и скрепляющих материалов при сборке заготовок верха обуви.

Список использованных источников:

1. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва: Легкая индустрия, 1974. – 262 с.

2. ГОСТ 9290-76. Метод определения прочности ниточных швов соединения деталей верха. – Введ. 01.07.77. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 9 с.

© Карабанов П.С., Бороздина Г.А., Клопова А.В., 2021

УДК 677.017

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА УТЕПЛИТЕЛЬ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕРМИЧЕСКИХ РИСКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

Ковзунов Н.А., Ковзунова Е.С., Буланов Я.И., Курденкова А.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

На современном российском рынке представлен большой ассортимент утеплителей отечественного и зарубежного производства, используемых для пошива термостойкой специальной одежды.

Зачастую используются утепляющие нетканые материалы на основе арамидных волокон, а так же утеплителей с модакриловыми, вискозными огнестойкими и другими волокнами в составе.

Все эти материалы объединяет одно общее свойство – они имеют индекс ограниченного распространения пламени 3 исходя из ГОСТ ISO 14116-2016 «Одежда и материалы для защиты от тепла и пламени. Ограниченное распространение пламени. Требование к огнестойкости». Индекс ограниченного распространения пламени 3 – обязательное требование к утепляющим материалам, используемым для пошива термостойкой защитной одежды.

На нашем рынке представлен следующий ассортимент огнестойких утеплителей:

Холлофайбер Софт НГ (производство «Термопол», Россия);

Слайтекс ФР (производство «С2Group», Россия);

Шелтер Профи ФР (производство ООО «Фабрика Нетканых Материалов «Весь Мир»);

Шелтер ФР АркПро (производство ООО «Фабрика Нетканых Материалов «Весь Мир»);

Иглопробивной огнестойкий нетканый материал (разработка «Энергоконтракт»);

Thinsulate FR (производство компании 3М) и т.д.

Сырьевой состав и его процентное содержание в вышеперечисленных материалах разный. Именно от него в большей части зависит термозащита.

Электродуга возникает при ошибочных действиях персонала во время отключения оборудования под напряжением, при отказе оборудования в аварийной ситуации, во время переключений коммутационной аппаратуры в электроустановках, а так же при частичном разрушении электроцепи в промежутке, возникшем между контактами

Главным поражающим фактором электродуги (помимо ударной волны, высокой концентрации угарного газа и озона, продуктов горения) является колоссальное количество тепловой энергии (кал-см^2).

Поражающие факторы электрической дуги:

риск получения ожогов II-IV степени полученные за счет энергии излучения дуги и брызг расплавленного металла;

риск потери слуха из-за высокого уровня звука (около 165 дБ) и давления ударной волны;

риск травмирования глаз за счет за счет действия ИК и УФ излучений;

риск травмирования органов дыхания из-за ожогов дыхательных путей, а также поступления в легкие и в кровь озона и угарного газа, которые, активно связываясь с гемоглобином, образуют устойчивое соединение (переизбыток его в крови приводит к кислородному голоданию, удушью или даже смерти);

риск физических травм за счет действия ударной волны, сила которой достигает 1 кг/см^2, что приводит к значительным механическим повреждениям, особенно в условиях ограниченного пространства.

Разработка нетканого утепляющего материала для изготовления защитной одежды от электродуги должна затрагивать несколько важнейших аспектов. Утеплитель должен соответствовать требованиям сразу нескольких государственных стандартов по физико-механическим и другим характеристикам, должен быть безопасен в пределах требований ТР/ТС 017/2011. Помимо всего прочего, он должен быть максимально удобен и комфортен в работе, эргономичен и конкурентоспособен. Стоимость такого утеплителя так же важна на рынке нетканых материалов.

Чтобы утеплитель был максимально эффективен в той или иной спецодежде, нужно правильно подойти к его разработке. Ниже приведено несколько важнейших ступеней, которые помогут правильно разработать утеплитель:

Определение зоны, в которой применяется СИЗ (климатический пояс, исходя из ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования». Всего 4 класса защиты от пониженных температур. От класса защиты зависит состав и поверхностная плотность утеплителя, конструкция СИЗ, вес изделия, а также цена.

Определение оптимального уровня защиты ЗЭТВ для конкретного предприятия, исходя из требований ГОСТ Р 12.4.234-2012 «Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний» (существует специальная программа, разработана Канадской независимой лабораторией Кинетрикс Инк.). Уровней защиты – 8 с ЗЭТВ от 5 до 100 ккал. Зачастую предприятию

не нужна максимальная защита, а как известно, чем выше защита, тем дороже комплект СИЗ.

Определение уровня защиты в соответствии с вышеуказанным ГОСТ возможно только в пакете, поэтому при испытаниях важно правильно подобрать не только сырьевое составляющее разрабатываемого утеплителя, но и его поверхностную плотность, а также ткани верха и подкладки для испытаний. По одному лишь утеплителю невозможно судить о защите от электродуги, именно поэтому сертифицируют именно изделие и прописывают все составляющие: название и поверхностную плотность тканей и утеплителя и т.д.

Соответствие утеплителя ГОСТ Р 57632-2017 «Материалы нетканые для специальной одежды. Утеплители. Технические требования. Методы испытаний». В данном ГОСТ есть все необходимые требования к утепляющим нетканым материалам, соответствие которым гарантирует хорошее качество нетканого утепляющего материала (табл. 1).

Таблица 1 – Нормативные показатели свойств нетканых материалов

Наименование показателя свойств, единица измерения	Нормативное значение показателя
Разрывная нагрузка. Н, не менее	7
Удлинение при разрыве, %, не более	55
Неровнота по массе, %, не более	7
Устойчивость к многократному сжатию, %, не менее	60
Изменение размеров после мокрой обработки (химчистки), %, не более: - по длине: - по ширине	 -2,0 ±2,0

Технический Регламент Таможенного Союза 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» и 019/2011 «О безопасности средств индивидуально защиты» не содержит в себе требования к нетканым материалам. А, следовательно, они не подлежат обязательному подтверждению соответствия. Однако, в Техническом Регламенте содержатся требования к костюмам, на которые действия регламента распространяется. Эти требования и являются минимальными требованиями по безопасности материалов средств индивидуальной защиты.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования»

2. ГОСТ Р 57632-2017 «Материалы нетканые для специальной одежды. Утеплители. Технические требования. Методы испытаний»

© Ковзунов Н.А., Ковзунова Е.С., Буланов Я.И., Курденкова А.В., 2021

УДК 677.017

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УТЕПЛИТЕЛЬ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕРМИЧЕСКИХ РИСКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

Ковзунова Е.С., Ковзунов Н.А., Курденкова А.В., Буланов Я.И.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Технические условия разрабатываются предприятиями в целях стандартизации, управления качеством и модернизации процессов и технологий.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» [1] и ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены» [2].

Общие требования, правила и нормы к выполнению ТУ описаны в ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации. Технические условия» [3].

ТУ являются конструкторской документацией, которые содержат в себе требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке, поставке и хранении.

Технические условия обычно не имеют срока действия.

Для получения официального заключения от технического комитета по стандартизации проект ТУ организации может быть представлен в данный комитет для экспертизы на соответствие требованиям ГОСТ.

После утверждения ТУ, документ получает свой уникальный внутренний (в случае написания ТУ компанией-производителем изделия) номер, включающий в себя порядковый номер ТУ по реестру, код по ОКПД-2, код ОКПО по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций, позволяющий идентифицировать организацию-разработчика стандарта, и год утверждения стандарта.

Технические условия обязательны для исполнения самой организацией и её структурными подразделениями.

ТУ являются интеллектуальной собственностью организации и не могут быть использованы сторонними организациями без соответствующего разрешающего документа.

В ТУ на нетканый утепляющий материал входят следующие разделы:

титульный лист, на котором обозначены «ТУ» (наименование , обозначение ТУ, утверждающая подпись руководителя, дата введения, кем разработано, кем согласовано, так же может содержать информацию о согласовании ТУ компанией, по заказу которой было разработано данное изделие), год выпуска ТУ;

сведения о предназначении данного изделия, порядок присваивания номенклатуры;

технические требования, в том числе и физико-механические требования;

требования безопасности и охраны окружающей среды;

правила приемки и методы контроля;

правила транспортировки и хранения;

указания по эксплуатации;

информация о гарантии изготовителя;

ссылочные нормативные документы.

ТУ, разработанные на утеплитель для специальной одежды с защитой от электродуги, включает в себя требования нескольких стандартов. Ниже приведена таблица (табл. 1) с физико-механическими требованиями на утеплитель и указанием регламентирующих стандартов и методов испытаний.

Таблица 1 – Физико-механические требования к утепляющим нетканым материалам. Регламентирующие стандарты

Наименование показателя, единица измерения	Требования описаны в ГОСТ	Методика испытаний описана в ГОСТ
Поверхностная плотность одного слоя утеплителя, г/м²	ГОСТ Р 57027	ГОСТ 3811
Ширина, см	-	ГОСТ 3811
Толщина при давлении 0,2 кПа, мм	ГОСТ Р 57027	ГОСТ 12023
Неровнота по массе, %, не более:	ГОСТ Р 57632	ГОСТ 15902.2
Разрывная нагрузка, Н	ГОСТ Р 57632	ГОСТ 15902.3
Удлиннение при разрыве, %	ГОСТ Р 57632	ГОСТ 15902.3
Устойчивость к многократному сжатию, %	ГОСТ Р 57027	
Воздухопроницаемость, дм3/м2·с	ГОСТ Р 57027	ГОСТ 12088
Суммарное тепловое сопротивление, м²·°С/Вт:	ГОСТ Р 57632	ГОСТ 20489
Миграция волокон утеплителя на площади 150 см2 через х/б подкладку, не более шт.	ГОСТ Р 12.4.236	
Огнестойкость, с: -остаточное горение -остаточное тление -сквозные дыры размером более 5*5 мм	ГОСТ Р 12.4.200	
Индекс ограниченного распространения пламени*	ГОСТ ISO 14116	ГОСТ ISO 15025
Изменение линейных размеров после замочки или химической чистки, %	ГОСТ Р 57632	ГОСТ 30157.0, ГОСТ 30157.1.

В соответствии с Техническим регламентом Евразийского Экономического Союза 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» за показатели безопасности, гарантирующие отсутствие недопустимого воздействия на человека взяты требования химической безопасности текстильных, полимерных и других материалов, кожи, кожи искусственной и изделий легкой промышленности из них.

Разработанные ТУ внедрены на фабрике нетканых материалов «Весь мир».

Список использованных источников:

1. ГОСТ 1.0-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения»

2. ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

3. ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации. Технические условия»

© Ковзунова Е.С., Ковзунов Н.А., Курденкова А.В., Буланов Я.И., 2021

УДК 687.03

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ БАРЬЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СПЕЦОДЕЖДЫ

Коринтели А.М., Черунова И.В.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области, Шахты

Современный рынок термостойких и огнестойких материалов характеризуется высокой динамикой развития в швейной промышленности [1, 2]. Совершенствование технологий и процессов производства термостойких материалов достигается за счет использования прогрессивных способов обработки и использования специальных химических составов. В связи с этим все чаще заменяются традиционные методы технологических процессов на инновационные [2].

Спецодежда на основе термостойких материалов имеет широкий спектр применения в условиях воздействия термических рисков, что характерно для условий выполнения сварочных работ.

Главной проблемой, негативно влияющей на специалистов-сварщиков, является термическое воздействие (прямой контакт) брызг

расплавленного металла, искр и окалин на тело человека. Такой риск характерен как для сварки на воздухе, так и для подводной сварки. Минимальный размер частиц раскаленного металла, контактирующих с поверхностью человека, в среднем 2,0 мм [1], температура капли и сварочной ванны под водой может достигать до +8000,0°С [3].

Принцип уменьшения термической опасности (прожига одежды) в процессе сварочных работ предусматривает снижение площади полного контакта с горячими каплями металла.

С целью реализации обозначенного принципа термической защиты и сохранения эластичности основного материала, применяемого для костюмов подводных сварщиков (неопрена), предложен новый способ барьерной термической защиты спецодежды в виде поверхностного слоя на основном вспененном материале.

В качестве опорного материала для такого барьерного слоя в результате проведенных исследований установлен специальный термостойкий литьевой силикон. Для получения поверхности, снижающей площадь термического контакта горячего металла с одеждой, разработана поверхность для барьерного термостойкого силиконового материала (БТСМ) с бионической структурой.

Требуемые свойства БТСМ позволяет получить использование синтетических кислородосодержащих кремнийорганических полимеров (силиконов), которые характеризуются особой устойчивостью к термическим воздействиям, эластичностью, упругостью, жесткостью, прочностью, формоустойчивостью, значительным удлинением и твердостью [4].

Формирование структуры бионической поверхности БТСМ осуществлялось способом жидкого формования с использованием специально разработанной компьютерной модели (с использованием программной среды Autodesk Fusion 360 [5]) и изготовленной на ее основе формы-заготовки.

Компьютерная модель разработана на основе проведенных экспериментальных исследований. Поверхность БТСМ имеет специальную сложную рельефную структуру, имитирующую «акулью кожу» за счет продольных пяти выступов (шириной 2,0 мм), образующих ромбовидный модуль. Выступы имеют длину и высоту: первый и пятый – 6,5 мм и 1,0 мм, третий – 18,0 мм и 1,5 мм, второй и четвертый – 11,2 мм и 1,25 мм. Расстояние между выступами составляет 2,0 мм (рис. 1).

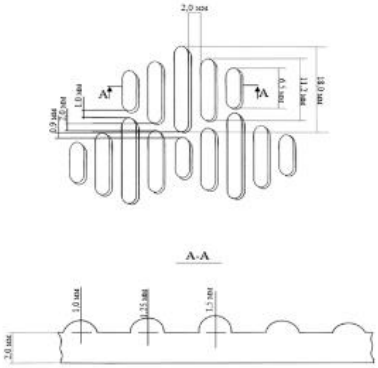


Рисунок 1 – Схема бионической рельефной структуры нового БТСМ

В качестве основы БТСМ использовались два варианта литьевого силикона с термостойкими свойствами: Flexilis G710 (на основе платины) (диапазон температур -90°С до +350°С) [6] и Alcorsil на основе олова (диапазон температур -60°С до +315°С) [7].

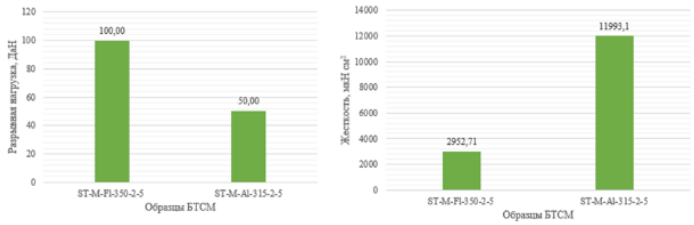
Технические характеристики литьевых силиконовых материалов, взятых за основу, представлены в табл. 1

Таблица 1 – Основные технические характеристики материалов силиконовой основы [6, 7]

Технические характеристики	Единица измерения	ST-M-Fl-350-2-5	ST-M-Al-315-2-5
Твердость	Шор А	10,0	15,0
Плотность	г/м3	1,1	1,12
Прочность при растяжении, не менее	МПа	2,2	2,2
Удлинение при разрыве, не менее	%	600,0	500,0
Температурный диапазон эксплуатации	оС	-60-+350,0	-60-+315
Линейная усадка	%	≤ 0,1	< 1,0
Толщина	мм	3,5	3,5

Для выбора приоритетной силиконовой основы по критерию деформационного соответствия при сопряжении с вспененным основным материалом были проведены экспериментальные исследования деформации основных свойств новых БТСМ: экспериментальная оценка проводилась по показателям прочности на разрыв по ГОСТ 3813-72 [8] и степени противодействия изменению формы под действием собственного веса (жесткость на изгиб) в соответствии с ГОСТ 29104.21-91 [9], что важно для сохранения эргономичности костюма в целом. Результаты представлены на рисунке 2а и 2б соответственно.

В результате экспериментальных исследований установлено, что новый материал ST-M-Fl-350-2-5 не испытал разрыва при нагрузке 100 ДаН в отличие от БТСМ ST-M-Al-315-2-5, разрывная нагрузка которого равна 50 ДаН. Это позволяет обосновать высокую прочность ST-M-Fl-350-2-5 и преимущество формовочного силикона на основе платины по показателю прочности.



а) б)

Рисунок 2 – Характеристики разрывной нагрузки новых БТСМ (а); жесткости на изгиб (б)

При этом жесткость на изгиб БТСМ ST-M-Al-315-2-5 на 75% больше данного показателя материала ST-M-Fl-350-2-5, что обосновывает лучшую гибкость формовочных силиконов на основе платины и предпочтительность такой основы для достижения высокой эргономичности элементов одежды из них.

Для оценки эффективности термостойкой барьерной защиты были проведены экспериментальные исследования (в соответствии с ГОСТ Р 12.4.297-2013 [10], ГОСТ Р 50810-95 [11]). Определялась устойчивость разрабатываемого БТСМ к тепловому воздействию кратковременного открытого пламени. Согласно представленным стандартам, материалы для изготовления спецодежды от теплового излучения и выплесков расплавленного металла должны соответствовать следующим требованиям: нормативное значение показателя огнестойкости – отсутствие горения и тления испытуемых образцов; время защиты специалиста от контакта с нагретыми поверхностями – не менее 5 сек.

Условия проведения экспериментального исследования устойчивости нового специально разработанного комплексного термостойкого материала, состоящего из вспененного нижнего слоя (неопрен) и верхнего БТСМ, к тепловому кратковременному воздействию открытого пламени по [10, 11]: параметры образцов: толщина неопрена 5,0 мм, толщина БТСМ 3,5 мм, размеры образцов 200,0х160,0 мм; температура воздуха 4,0°С; относительная влажность воздуха 87,0%; общая длина излучения (горелки) 356,0±2,0 мм; длина нагревающей части (горелки) 178,0±2,0 мм; диаметр сопла горелки 2,0±0,1 мм; смесь горелки – пропан, бутан, изобутан; время непосредственного термического воздействия на образец 10,0 с; высота пламени горелки, измеренная как расстояние между верхней частью трубки горелки и верхом конусной желтой части пламени 40,0±2,0 мм.

Экспериментальное оборудование – тепловизор Flir i3 [12].

Методика эксперимента [10, 11, 13, 14]. Перед измерениями образцы в течение 24 часов выдерживались в помещении при соблюдении следующих параметров среды помещения: температура помещения +20°С, относительная влажность воздуха 52%.

Образцы закреплялись на рамке (размер 210,0х297,0 мм). Горелка устанавливалась в горизонтальном положении на расстояние 17,0 мм от образца.

Регистрировались время остаточного горения, наличие пробежки пламени по поверхности образца, характер поврежденной поверхности БТСМ.

Сравнительный анализ результатов исследования новых БТСМ позволил установить малую степень повреждений поверхности в обоих случаях: проявление незначительных изменений формы выступов поверхности с сохранением исходных параметров основания силиконового слоя. Характер пробежки пламени по поверхности образца в процессе воздействия – незначительно, прекращается в течение 1 с после отсутствия воздействующего пламени. Затухание – в течение 1 с после прекращения воздействия пламенем.

Систематизация результатов проведенного сравнительного анализа новых БТСМ позволила обосновать приоритетность нового материал на основе ST-M-Fl-350-2-5.

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований были разработаны элементы новой технологии проектирования и производства барьерного термостойкого материала на основе литьевого силикона со специальной поверхностной структурой в виде упорядоченной рельефной матрицы, созданной на основе цифровой обработки бионических моделей. Поверхностная структура БТСМ формирует барьерную защиту спецодежды специалиста-подводного сварщика и других термически опасных профессий за счет специального рельефа, который позволяет сократить площадь и время прямого контакта поверхности спецодежды с горячими каплями расплавленного металла.

Исследование деформационных свойств новых БТСМ позволили установить эффективность нового материала ST-M-Fl-350-2-5.

Список использованных источников:

1. Коринтели А.М., Черунова, И.В. Разработка элементов технологии создания бионической структуры материала защитной одежды от термических воздействий подводной сварки / А.М. Коринтели, И.В. Черунова - Технологии и качество, 2020. № 3(49). С.6-11.

2. Черунова, И. В. Проектирование противотепловых костюмов : монография. – Шахты : Изд-во Южно-Российского гос. ун-та экономики и сервиса, 2007. – 151 с.

3. Hu, J., Tsai, H.L. Heat and mass transfer in gas metal arc welding. Part I: The arc // Int.Journal of Heat and Mass Transfer. - 2007. - №50. - P. 833–846. - doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2006.08.025.

4. Thermal degradation and flammability properties of poly(propylene)-carbon nanotube composites / T. Kashiwagi, E. Grulke, J. Hilding [etc.]; Macromol. Rapid Commun, 2002. – Pp. 761–765.

5. Autodesk [Электронный ресурс]: Информационный портал – Режим доступа: https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview.

6. Композит-строй [Электронный ресурс]: Flexilis G710 – Режим доступа: https://www.composit-stroy.ru/catalog/silicone/2920/.

7. Alcorplast [Электронный ресурс]: Информационный портал – Режим доступа: http://alcorplast/.

8. ГОСТ 3813-72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении – введ. 1973-01-01 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 20 с.

9. ГОСТ 29104.2-91 Ткани технические. Метод определения толщины – введ. 1993-01-01 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 4 с.

10. ГОСТ Р 12.4.297-2013 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний – введ. 2014-12-01 – М.: Стандартинформ, 2019 . – 16 с.

11. ГОСТ 50810-95 Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация – введ. 1996-01-01 – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. – 9 с.

12. Flir [Электронный ресурс]: Официальный сайт– Режим доступа: https://www.flir.com/.

13. 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 Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 18. – С. 85–87.

© Коринтели А.М., Черунова И.В., 2021

УДК 677.017

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ ХАЛАТОВ МЕДИЦИНСКИХ СЕСТЕР

Косачева И.А., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время стали очень актуальны исследования любых факторов, влияющих на качество и доступность медицинской помощи, оказываемой широким слоям населения, особенно в так называемом первом звене.

В частности, одним из таких факторов является одежда медсестер, работающих в районных поликлиниках. Медсестра выполняет самые разнообразные виды работ, поэтому ее одежда должна не только способствовать защите сотрудницы от пыли и ее хорошему самочувствию, но и обеспечивать надлежащий внешний вид, чтобы обеспечить психологический комфорт как персонала, так и пациентов, а также по мере необходимости создавать тонизирующий эффект.

Традиционно медсестры, помогающие врачам-терапевтам, кардиологам и др. на приеме, работающие на посту и т.п., одеваются в белые хлопчатобумажные халаты. Но у данных предметов одежды отмечены недостатки: они легко мнутся, с некоторых из них плохо отстирываются загрязнения. Поэтому в настоящее время в качестве материала для халатов медсестер достаточно широко применяются хлопчатобумажные и смешанные ткани, имеющие различную поверхностную плотность и разную отделку.

Чаще всего данные ткани вырабатываются из 100% хлопкового волокна, или сочетания хлопкового волокна с полиэфирным, или сочетания данных пряж с эластомерной нитью.

В качестве объектов исследования в настоящей работе были отобраны следующие ткани, фактически используемые в нашей стране для пошива халатов медсестер:

ткань №1 произведена в нашей стране, хлопчатобумажная (100% хлопкового волокна), имеет саржевое переплетение, состоит из достаточно толстых нитей и жесткая;

ткань №2, выработанная в Китае, тоже состоит из 100% хлопкового волокна, полотняного переплетения, достаточно «легкая», но плотная;

ткань №3, импортированная из Кореи, также имеет полотняное переплетение, состоит из 90% хлопкового и 10% полиэфирного волокон, воспринимается как мягкая;

ткань №4, произведенная в Китае из 80% хлопкового и 29% полиэфирного волокон, достаточно плотная, жесткая и «тяжелая», воспринимается как «грубая»;

ткань №5, выработанная в РФ саржевым переплетением, содержит 70% хлопкового и 30% полиэфирного волокон, на ощупь похожа на предыдущий образец, но несколько мягче;

ткань №6, тоже отечественная саржевого переплетения, выработана из 50% хлопкового и 50% полиэфирного волокон;

ткань №7, произведенная в Корее, содержит 98% хлопкового волокна и 2% эластана, полотняного переплетения, воспринимается как плотная, но мягкая;

ткань №8, импортированная из Италии, выработана полотняным переплетением из 92% хлопкового и 5% полиэфирного волокон, содержит 3% эластана, «легкая», но плотная, гладкая.

Все выбранные ткани отбеленные. Судя по характеру поверхности (разная степень гладкости, блеска, жесткости), ткани имеют разную заключительную отделку. Но проверить это не удалось.

Для выбора наиболее важных, т.е. определяющих показателей качества было принято решение использовать экспертный метод [1]. В соответствии с целью работы в качестве экспертов были приглашены медсестры, работающие в одной из районных поликлиник г. Москвы. Им были даны необходимые разъяснения о показателях качества тканей.

По мнению экспертов, для рассматриваемого ассортимента изделий собственно защитные показатели малозначимы, т.к. основную часть рабочего времени медсестра фактически выполняет функции «офисного работника». При необходимости для защиты от биологических жидкостей и других внешних факторов поверх обычного медицинского халата или другой одежды надевается одноразовый халат из нетканого материала, фартук или другое аналогичное изделие. Поэтому, учитывая заявленный состав тканей и их фактическое использование для изделий, близких к костюмным, в работе было принято решение руководствоваться ГОСТ 21790.

Данный стандарт нормирует следующие показатели качества: разрывная нагрузка; стойкость к истиранию по плоскости; изменение линейных размеров после мокрых обработок; устойчивость окраски; воздухопроницаемость; гигроскопичность; электризуемость (для смешанных тканей); содержание свободного формальдегида.

После консультаций с экспертами к этому списку были добавлены следующие показатели: поверхностная плотность; драпируемость; несминаемость; растяжимость; жесткость при изгибе.

Перечисленные показатели составили перечень, предложенный экспертам для ранжирования. После обработки оценок было установлено,

что коэффициент конкордации составляет 0,69 при критерии Пирсона 78,7 (табличное значение критерия 21,0). Это означает, что согласованность экспертных оценок значимая и достаточная для выбора определяющих показателей качества.

По результатам расчета коэффициентов весомости определяющими оказались следующие показатели качества (в скобках даны коэффициенты весомости): поверхностная плотность (0,21); несминаемость (0,25); изменение размеров после мокрых обработок (0,23); воздухопроницаемость (0,31).

Соответствующие испытания проводились по стандартным методикам [2], относительная ошибка испытания не превышала 5-7%. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели качества исследуемых тканей

Номер ткани	1	2	3	4	5	6	7	8
Поверхностная плотность, г/м^2	143	105	123	217	183	151	158	119
Несминаемость по основе, %	55	53	58	59	75	62	55	61
Несминаемость по утку, %	45	48	51	43	67	48	64	78
Изменение размеров после мокрой обработки по основе, %	–3,2	–2,8	–2,1	–1,6	–1,9	–1,8	–2,3	–2,3
Изменение размеров после мокрой обработки по утку, %	–1,3	–1,0	–0,8	–0,5	–1,3	–0,7	–1,7	–1,5
Воздухопроницаемость, дм^3/(м^2·с)	304	293	248	152	194	254	136	187

Из данных, представленных в таблице, можно сделать следующие выводы.

Все ткани, рассматриваемые в работе, соответствуют ТР ТС 017 по воздухопроницаемости и ГОСТ 21790 по изменению линейных размеров после мокрой обработки. Для всех тканей характерны усадка и (кроме тканей с вложением эластомерных нитей) большая несминаемость по основе, чем по утку.

Ткани из 100% хлопкового волокна уступают смешанным тканям, особенно по показателю несминаемости. Высокая воздухопроницаемость тканей из 100% хлопка объясняется их низкой поверхностной плотностью.

Вложение в ткани эластомерных нитей повышает их несминаемость, особенно в направлении утка. Однако ткани, выработанные с использованием данного вида сырья, имеют более низкую воздухопроницаемость, чем ткани близкой поверхностной плотности, но без эластомерных нитей. Влияние эластомерной нити на изменение размеров ткани после мокрой обработки практически не наблюдается.

В целом ткани с вложением полиэфирного волокна имеют преимущество в виде повышенной несминаемости и пониженной усадки.

Зависимость показателей качества от доли полиэфирного волокна не прослеживается. Ее отсутствие можно объяснить тем, что ткани выработаны

разными производителями и, соответственно, имеют разную отделку, влияние которой несколько сглаживает влияние сырьевого состава.

Наблюдается снижение воздухопроницаемости при увеличении поверхностной плотности тканей. Но значимую корреляционную связь обнаружить не удалось, что связано с разными переплетениями и отделкой тканей. В частности, ткани саржевого переплетения имеют несколько более высокую воздухопроницаемость, чем ткани полотняного переплетения с аналогичной поверхностной плотностью.

Таким образом, результаты испытаний не позволяют выбрать наилучшую или наихудшую ткань из представленных образцов. Следовательно, дать рекомендации по конфекционированию можно только на основе комплексной оценки.

В качестве комплексных показателей качества в работе были рассчитаны среднее арифметическое, среднее геометрическое и среднее гармоническое из безразмерных показателей качества [1].

Так как фактическое использование рассматриваемых тканей достаточно специфично, а в ГОСТ 21790 нет норм поверхностной плотности и несминаемости, было принято решение в качестве безразмерных показателей рассчитать непрерывные баллы (выбрана шкала от 1 до 5 баллов, где 1 балл соответствует худшему, а 5 – лучшему образцу по каждому из показателей).

При расчете комплексных показателей были учтены приведенные выше коэффициенты весомости. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Комплексные показатели качества исследуемых тканей

№ ткани	1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее арифметическое	2,8	2,6	2,9	3,0	3,4	3,3	2,0	2,5
Среднее геометрическое	2,3	2,1	2,7	2,5	3,2	3,1	1,7	2,3
Среднее гармоническое	2,0	1,7	2,5	2,0	3,1	2,9	1,5	2,2

Из данных таблицы можно сделать следующие выводы.

Ткань №7 существенно уступает другим образцам, несмотря на популярный в настоящее время сырьевой состав и достаточно высокую поверхностную плотность. Выраженным недостатком данной ткани является низкая воздухопроницаемость.

Для ткани №4 наблюдаются несколько противоречивые результаты комплексной оценки: она получила достаточно высокую оценку по среднему арифметическому и низкую – по среднему гармоническому. Данное явление можно объяснить очень высокой поверхностной плотностью ткани, приводящей к пониженной воздухопроницаемости, в сочетании с невысокой несминаемостью.

В меньшей степени аналогичный эффект наблюдается у ткани №2, которая выделяется низкими поверхностной плотностью и несминаемостью, но достаточно высокой воздухопроницаемостью.

Высокие значения комплексных показателей качества присущи тканям №5 и №6. Эти ткани имеют следующие общие черты: вложение значительной доли полиэфирного волокна; саржевое переплетение; «средние» среди остальных тканей величины поверхностной плотности.

Вместе с тем следует отметить, что ткань №5 несколько лучше, чем ткань №6. Это означает, что дальнейшее увеличение доли полиэфирного волокна нецелесообразно.

Отечественные ткани №№1, 5 и 6 по комплексной оценке оказались лучше зарубежных аналогов.

Таким образом, по результатам работы можно дать следующие рекомендации.

Не следует использовать для халатов медсестер ткани из 100% хлопкового волокна и тканей с вложением эластомерных нитей.

Ориентировочное оптимальное соотношение видов сырья для данных тканей – 70% хлопкового и 30% полиэфирного волокна.

Целесообразно шить данные халаты из тканей саржевого переплетения с поверхностной плотностью 150 – 180 г/м2.

По возможности следует приобретать ткани производства РФ, тем более что, как правило, они дешевле импортных.

Список использованных источников:

1. Кирюхин, С.М. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов: учебное пособие / С.М. Кирюхин, С.В. Плеханова, Е.Б. Демократова. М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. 184 с.

2. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение : учебное пособие для вузов / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. М. : КолосС, 2011. 360 с. (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений)

© Косачева И.А., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М., 2021

УДК 677.017

ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ

Котов Е.В., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время трикотажные полотна широко применяются для изготовления самых разных предметов одежды: белья, верхних изделий, перчаток. Стойкий интерес потребителя к данному материалу обусловлен

такими ценными свойствами трикотажа, как возможность получения крайне разнообразных рисунков, в том числе рельефных, сравнительная дешевизна, способность в зависимости от модели изделия красиво драпироваться или облегать фигуру, формоустойчивость и др.

В этой связи наиболее интересны трикотажные полотна, выработанные частично или полностью из синтетических нитей. Данные виды сырья дополнительно снижают себестоимость изделия и, как правило, повышают стабильность размеров и формы. Кроме того, они способствуют еще большему разнообразию внешнего вида полотна за счет повышенной прочности нити, позволяющей получать петли различных размеров.

Вместе с тем, потребители часто замечают ряд недостатков трикотажа из синтетических нитей. Наряду с ожидаемо пониженной гигроскопичностью и повышенной электризуемостью, высказываются достаточно разнообразные претензии. Например, по данным торговых организаций, потребители считают необходимым проверить стабильность размеров полотен и изделий, интересуются степенью устойчивости окраски, пиллингуемостью, изменением свойств в процессе эксплуатации и др. Особенно часто это наблюдается при выборе полотен для верхних изделий.

Поэтому в работе была поставлена задача систематизировать полученные жалобы, сравнить их с номенклатурой показателей, нормы которых установлены в действующей нормативно-технической документации, и выбрать наиболее значимые показатели качества трикотажных полотен из синтетических нитей. На основе полученных данных могут быть проведены работы по разработке стандарта организации, что будет содействовать торговым организациям и потребителям в компетентном выборе приобретаемых материалов.

На основе полученных жалоб было принято решение считать наиболее актуальным выбор показателей качества для жакетов, джемперов, брюк, платьев, блузок и сорочек, спортивных костюмов и т.п.

В настоящее время для трикотажных полотен и изделий нет действующего стандарта номенклатуры показателей качества. Таким образом, для решения поставленной задачи необходимо проанализировать все имеющиеся материалы.

В настоящее время на полотна указанного назначения распространяется ГОСТ 28554-90 «Полотно трикотажное. Общие технические условия». Основные положения данного стандарта заключаются в следующем.

Установлены 3 группы растяжимости в зависимости от растяжимости по ширине: I – с растяжимостью от 0% до 40%; II – от 41% до 100%; III – свыше 100%.

Установлены нормы разрывной нагрузки трикотажных полотен по длине в зависимости от способа производства

Даны нормативные ссылки на стандарты, устанавливающие нормы изменения линейных размеров полотна после мокрой обработки (ГОСТ 26667), устойчивости к истиранию (ГОСТ 16486) и устойчивости окраски (ГОСТ 2351), а также на порядок определения сортности полотна.

Также действуют стандарты, устанавливающие нормы отдельных показателей качества указанных трикотажных полотен. ГОСТ 28882 устанавливает нормы остаточной деформации; ГОСТ 30384 – устойчивости к образованию затяжек; ГОСТ 30385 – устойчивости к пиллингу (пиллингуемости); ГОСТ 30814 – воздухопроницаемости и удельного поверхностного электрического сопротивления.

Также были проанализированы ГОСТ 31409-2009 «Изделия трикотажные верхние для женщин и девочек. Общие технические условия» и ГОСТ 31410-2009 «Изделия трикотажные верхние для мужчин и мальчиков. Общие технические условия». В данных стандартах приведены нормы устойчивости окраски, изменения линейных размеров после мокрой обработки и физико-гигиенических показателей.

Из сопоставления полученного перечня показателей и приведенных выше претензий потребителя становится ясно, что этот перечень неполон. Поэтому ниже приводятся эти претензии и пожелания, а также соответствующие им показатели качества по [1]:

полотно слишком «тяжелое» и плотное или, наоборот, несколько «прозрачное» – поверхностная плотность;

полотно плохо впитывает пот в виде водяного пара и в капельно-жидкой форме, кожа «отсыревает» – гигроскопичность и водопоглощение;

при движениях человека, особенно связанных со сжатием полотна в направлении длины или ширины, на поверхности материала легко образуются складки – несминаемость;

при случайном повреждении полотна и разрушении даже одной нити происходит спуск петель целого столбика, что значительно затрудняет ремонт изделия, – распускаемость;

полотно слишком плотно облегает фигуру и не позволяет получить складки должной формы или, наоборот, создает между телом человека и изделием ненужные зазоры – жесткость при изгибе.

Также при выборе материала потребители обращают существенное внимание на сырьевой состав и переплетение, а также художественно-колористическое оформление полотна. Но работы по нормированию данных характеристик при разработке стандартов организации, как правило, не проводятся, поэтому в работе было принято решение их не рассматривать.

Таким образом, перечень потенциально значимых показателей качества приобрел следующий вид: поверхностная плотность; разрывная нагрузка; растяжимость; жесткость при изгибе; несминаемость; остаточная

деформация; гигроскопичность; воздухопроницаемость; удельное поверхностное электрическое сопротивление; водопоглощение; изменение размеров после мокрой обработки; пиллингуемость; стойкость к истиранию; устойчивость к затяжкам; распускаемость.

В работе было принято решение провести выбор наиболее значимых (определяющих) показателей качества экспертным методом, т.к. он хорошо себя зарекомендовал [2]. В качестве экспертов были приглашены 11 человек: преподаватели кафедры Материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина и товароведы магазинов, реализующих трикотажные полотна и изделия из синтетических нитей.

Опрос экспертов и обработка полученных результатов проводились в соответствии с [2].

На первом этапе согласованность экспертных оценок была недостаточной. После необходимых уточнений в соответствии с методом Дельфи оказалось, что некоторые из экспертов при ранжировании показателей учитывали полотна не только из синтетических нитей, но и другие полотна аналогичного назначения: из хлопчатобумажной, полушерстяной пряжи и других видов сырья. Этим экспертам было предложено повторно дать оценки значимости отдельных показателей качества. Тем не менее, оказалось, что оценки одного из экспертов существенно отличаются от оценок остальных экспертов, и его анкета была исключена из рассмотрения.

В результате коэффициент конкордации составил 0,64 при критерии Пирсона, равном 89,4 (табличное значение критерия Пирсона 23,7 при уровне значимости 0,05). Следовательно, согласованность экспертных оценок можно считать достоверной и достаточной для выбора определяющих показателей качества.

Из полученных анкет следовало, что наименьшие ранги, говорящие о важности показателей, эксперты поставили гигроскопичности, воздухопроницаемости и несминаемости полотен. А показатели распускаемости и водопоглощения часто оказывались на «последних местах» по значимости.

Для определения сравнительной значимости показателей качества были рассчитаны коэффициенты весомости, которые составили: поверхностная плотность – 0,083; разрывная нагрузка – 0,042; растяжимость – 0,091; жесткость при изгибе – 0,040; несминаемость – 0,105; остаточная деформация – 0,034; гигроскопичность – 0,114; воздухопроницаемость – 0,119; удельное поверхностное электрическое сопротивление – 0,052; водопоглощение – 0,036; изменение размеров после мокрой обработки – 0,109; пиллингуемость – 0,059; стойкость к истиранию – 0,040; устойчивость к затяжкам – 0,062; распускаемость – 0,015.

Считая, что существенно значимыми являются те показатели качества, коэффициенты весомости которых выше среднего, в качестве определяющих следует назвать следующие показатели (в скобках даны коэффициенты весомости, пересчитанные так, чтобы их сумма составляла 1): поверхностная плотность (0,13); растяжимость (0,15); несминаемость (0,17); гигроскопичность (0,18); воздухопроницаемость (0,19); изменение размеров после мокрой обработки (0,18).

Отметим, что в действующей нормативно-технической документации на рассматриваемые полотна нормы гигроскопичности нет, а несминаемость вообще не нормируется для трикотажных полотен. Поверхностная плотность рассматривается только как фактор, от которого зависят нормы некоторых показателей качества. В зависимости от растяжимости трикотажные полотна делятся на 3 группы без уточнения рекомендуемых значений данного показателя.

Таким образом, в работе получены следующие результаты.

1. Установлена неполнота действующей нормативно-технической документации на трикотажные полотна для верхних изделий, выработанные из синтетических нитей.

2. Определена сравнительная значимость наиболее важных показателей качества этих полотен.

Данные результаты могут быть использованы как для разработки стандарта организации, так и при рациональном выборе трикотажных полотен для изготовления верхних изделий.

Список использованных источников:

1. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение : учебное пособие для вузов / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. М. : КолосС, 2011. 360 с. (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений)

2. Кирюхин, С.М. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов: учебное пособие / С.М. Кирюхин, С.В. Плеханова, Е.Б. Демократова. М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. 184 с.

© Котов Е.В., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М., 2021

УДК 65.015

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПУТЁМ ИХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Лапина С.С., Михайлова А.С.
Научный руководитель Логинова И.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

В настоящее время на мировой арене находится множество предприятий, которые выпускают в массы множество разноплановой продукции и услуг. Каждая из них, так или иначе, пересекается одна с другой, становясь, либо взаимозависимой, либо конкурентной.

Для того, чтобы поддерживать свой имидж, продвигать себя на рынке, быть востребованными и конкурентоспособными, каждая компания заинтересована в эффективной реализации бизнес-процессов, что возможно при постоянном повышение и поддержании качества.

Каждая компания рано или поздно сталкивается с необходимостью оптимизации бизнес-процессов. Это может быть вызвано высокими темпами развития внешних факторов, снижением эффективности и результативности в деятельности фирмы, простоями, повышением уровня развития конкурентов и много другое.

Оптимизация – это фундаментальное переосмысление бизнес-процессов компании для достижения коренных улучшений в основных актуальных показателях их деятельности: стоимость, качество, услуги и темпы.

Цели, которые достигаются при оптимизации: улучшение качества качества производства товаров и услуг, качества обслуживания клиентов, повышение уровня взаимодействия подразделений, увеличение скорости протекания отдельных процессов, уменьшение количества ошибок при реализации бизнес-процессов [1].

Одним из распространённых методов оптимизации бизнес-процессв является моделирование. Моделирование – это отражение субъективного видения реально существующих в организации процессов при помощи графических, табличных, текстовых способов представления; систематизированный способ представления вариантов будущего, и результатов принятых нами решений [2].

Грамотно составленная модель, четко отображает границы производства, коммуникации внутри организации, создаёт ясное видение

проистекания процессов и их взаимодействие с внутренними и внешними факторами, обеспечивающими процесс производства.

Объектом рассмотрения служет салон красоты WellaMix, а точнее оказание парикмахерских услуг. Каждый месяц салон проходит сверку итогов, из которых видно следующее: плановые показатели, намеченные салонам красоты, по оказанию парикмахерских услуг, не достигаются по результатам месяца: время простоя на 0,09% больше; длительность процесса на 30 минут; рентабельность на 0,23%; материалоёмкость на 17000 ед.; удовлетворённость потребителей на 14%; ошибки мастера на 19%, (все остальные имеют незначительные отклонения). Вывод, эффективность оказания парикмахерских услуг салона красоты WellaMix, отрицательна.

Анализ причин неэффективности бизнес-процесса, выявляем при помощи метода «5 Почему?» (рис. 1).

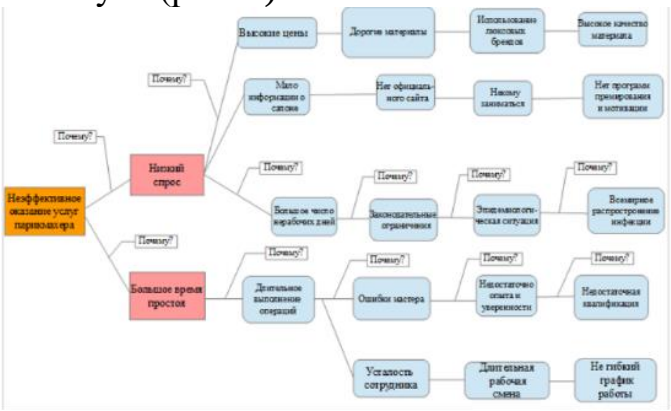


Рисунок 1 – Анализ причин неэффективности бизнес-процесса при помощи метода «5 Почему?»

Анализ выявил следующие недостатки: отсутствие отдела IT (программиста), нет собственного сайта, недостаточное проведение семинаров и лекций по повышению квалификации, недостаточная мотивация сотрудников, отсутствие корпоративной этики.

Для оптимизации бизнес-процесса, оказания парикмахерских услуг, при помощи моделирования, удобнее всего пользоваться стандартом IDEF. IDEF можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными.

Модель может содержать следующие типы диаграмм:

1. Контекстная диаграмма – контекстная диаграмма представляет собой общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой.

2. Диаграммы декомпозиции. Для выполнения задачи по оптимизации необходимо составить две модели: «Как есть сейчас» (рис. 2) и «Как должно быть в идеале» (рис. 3) для сравнения и проработки выявленных отклонений [3].

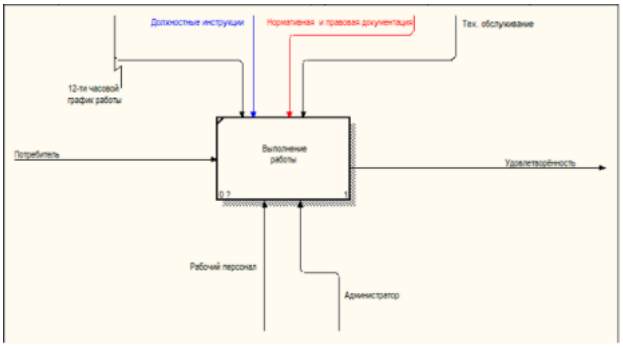


Рисунок 2 – Модель «Как есть сейчас»

Из модели видно, что процесс не включает в себя обязательства по повышению квалификации сотрудников, нет программы стимулирования и мотивации. Парикмахеры работают по ненормированному графику. Удовлетворённость потребителей происходит вербально и визуально, с помощью личностной оценки парекмахера.

Теперь составим вторую модель, корректируя все недостатки:

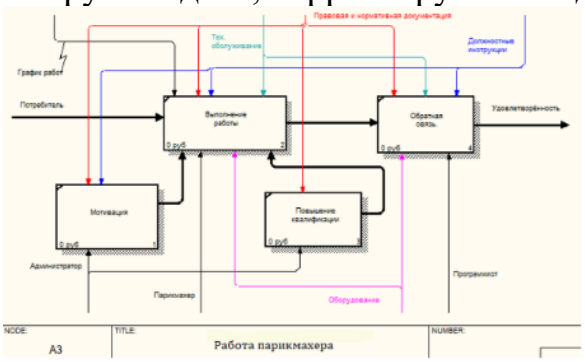


Рисунок 3 – Модель «Каким должен быть в идеале»

Модель оптимизирована при помощи взаимодействия с несколькими бизнес-процессами, которые осуществляются параллельно оказанию парикмахерских услуг. Это такие процессы, как: мотивация и повышение квалификации сотрудников, которые осуществляются администратором, и контролируются его должностными обязанностями, нормативной и правовой документацией.

Следующий процесс, который включён в данную модель – обратная связь. Данный процесс выполняется последовательно, т.е. сразу после оказания услуги парикмахером, а также данный процесс является контрольной точкой. Так как, при разработке в салоне красоты официального сайта, созданного программистом, появилась возможность не только в полном объёме предоставлять информацию о салоне красоты WellaMix, но и оставлять комментарии и отзывы посетителей, публиковать информацию об акциях и видеть отклики на них и рекламу в целом, оценивать работу каждого мастера, и спрос на него и процедуры

Такая оптимизация непременно увеличит эффективность производства, повысит уровень трудовой активности сотрудников, организационной деятельности и социальной удовлетворённости.

Список использованных источников:

1. Ефимов В. В. Средства и методы управления качеством: учебное пособие для вузов / В. В. Ефимов. - 3-е изд., стер. - М.:Кнорус, 2012.
2. Мескон М.Х. Основы менеджмента/ М.Х. Мескон. - 3-е изд.,- М.: 2011.
3. Пинаев Д.К. Моделирование бизнес-процессов. / Д.К. Пинаев. - М.: РГАС, 2010

© Лапина С.С., Михайлова А.С., 2021

УДК 678.027.968

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ИЗ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭВА

Карабанов П.С., Мещерякова О.Д., Скрипин В.О.
Новосибирский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск

В статье рассмотрено влияние режимов литьевого формования деталей обуви из вспенивающихся материалов ЭВА на коэффициент их расширения. Установлено, что коэффициент расширения существенно зависит от температуры литьевой формы и в меньшей степени от времени вулканизации изделий в форме.

В настоящее время в производстве обуви расширяется применение пористых материалов на основе ЭВА (сополимера этилена с винилацетоном). Детали обуви из ЭВА отличаются легкостью, хорошими амортизационными свойствами и высокими теплозащитными характеристиками. В последнее десятилетие из ЭВА изготавливают не только промежуточные подошвы и сланцы для бассейна и пляжей, но и цельноформованную обувь (полуботинки, сапоги).

Следует отметить, что при производстве обуви и ее деталей из вспенивающихся материалов на основе ЭВА полностью не решена задача обеспечения стабильности размеров изделий. Как известно, увеличение размеров формуемых изделий из ЭВА характеризуют коэффициентом расширения, который определяется как отношение размера отформованного изделия к соответствующему размеру оформляющей полости литьевой формы [1]. Этот параметр определяется прежде всего количеством порообразователя в исходной композиции и объемом вводимой в нее корректирующей добавки. Кроме этого размеры готовых изделий определяются также режимами их формования, влияние которых на стабильность размеров в полной мере не установлено.

В настоящей работе рассмотрено влияние режимов литьевого формования пористых деталей обуви на коэффициент их расширения, колебания которого определяет точность размеров изделий. Поставленную задачу решали путем формования тестовых пластин при температуре Тф литьевой формы 170, 185 и 200ºС и времени tв вулканизации изделия в форме 260, 355 и 450 с.

Тестовые пластины формовали из ЭВА серии EcoLine на литьевой машине Evolution 5000 фирмы King Steel (КНР) при температуре инжектора 85ºС. Извлеченные из литьевой формы тестовые пластины термостабилизировали в установке проходного типа. На рис. 1 представлена тестовая пластина с отформованной на ее поверхности размерной сеткой, которая позволяет более точно измерять размеры изделия.

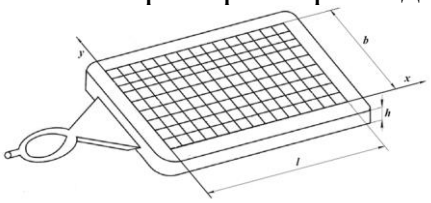


Рисунок 1 – Тестовая пластина: l, b и h – измеряемые параметры длины, ширины и толщины изделия

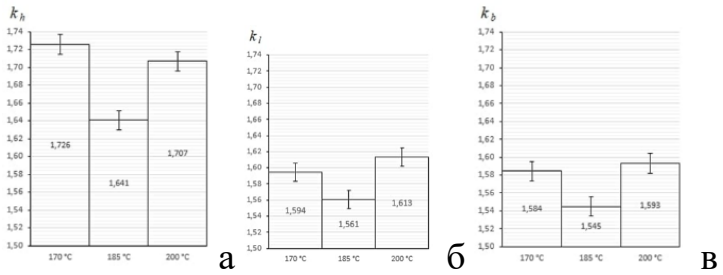
На отформованных пластинах с точностью 0,1 мм измеряли длину l, ширину b и толщину h. При этом определяли l и b по всем линиям размерной сетки, а h – в каждой ее ячейке и вычисляли средние значения lср, bср и hср. Для каждого сочетания режимов литья формовали по пять тестовых пластин, что обеспечивало погрешность определения толщины пластины не более 0,74%, ширины – не выше 0,068% и длины не более 0,061% при доверительной вероятности 95%. Зная размеры в полости формы lф=150, bф=100 и hф=10 мм, соответствующие размерам l, b и h на тестовых пластинах, определяли коэффициенты расширения их длины kl, ширины kb и толщины kh.

При оценке погрешности коэффициента расширения полагали, что ее величина определяется погрешностями измерений параметров lср, bср, hср, а также соответствующих им размеров lф, bф, hф. Из технической документации на литьевую форму для тестовых пластин, следует, что погрешность параметров lф, bф, hф не превышает 0,1 мм. Тогда максимальная погрешность определения коэффициента kh равна 0,014, kb – 0,011, kl – 0,014.

Результаты определения коэффициентов расширения тестовых пластин, отформованных при различных режимах представлены на рис. 2 и 3.

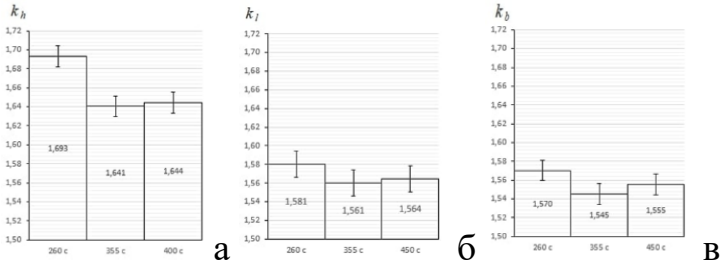
Из рис. 2 и 3 следует, что температура формы Тф оказывает существенное влияние на коэффициенты расширения kl, kb и, особенно, kh. Менее значительное влияние на коэффициенты расширения оказывает

длительность вулканизации tв, причем это влияние значимо только для параметра kh.



а б в

Рисунок 2 – Влияние температуры литьевой формы Тф на коэффициенты расширения толщины kh (а), длины kl (б), и ширины kb (в) пластин при tв=355 с



а б в

Рисунок 3 – Влияние длительности вулканизации tв изделий в форме на коэффициент расширения толщины kh (а), длины kl (б), и ширины kb (в) пластин при Тф=185ºС

Полученные результаты можно объяснить с позиций протекания процесса вулканизации материала. При вулканизации материала одновременно протекают два процесса – процесс структурирования и процесс деструкции [2]. Сначала структурирование материала преобладает над деструкцией, однако при более высоких значениях параметров tв и, особенно, Тф, преобладающим процессом становится деструкция. Очевидно, что материал с большей степенью структурирования в меньшей степени способен к расширению, что и объясняет минимумы значений коэффициента расширения при Тф=185ºС и tв=355с.

Таким образом установлено влияние режимов литьевого формования плоских изделий на коэффициент их расширения. Полученные результаты могут способствовать повышению стабильности размеров деталей обуви из ЭВА за счет подбора режимов литьевого формования.

Список использованных источников:

1. Карабанов П.С. Полимерные материалы для деталей низа обуви / П.С. Карабанов, А.П. Жихарев, В.С. Белгородский. – М.: КолосС, 2008. – 167 с.

2. Белозеров Н.В. Технология резины. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 472 с.

© Карабанов П.С., Мещерякова О.Д., Скрипин В.О., 2021

УДК 677.042

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРИЗУЕМОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Лутфуллина Г.Г., Миролюбов Ю.Б.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

С точки зрения электрического свойства, электризуемость текстильных материалов является причиной роста электрического потенциала, а также способствует повышению адсорбции пыли на одежде и поверхности кожи, вызывая при этом дискомфорт и определенные неприятные ощущения. Как физическая величина электризуемость оценивается, например, прямыми и косвенными методами: непосредственным измерением напряженности электростатического поля и расчетом статического электрического потенциала [1].

Наибольшим антистатическим эффектом обладают ПАВ. Известно, что даже небольшое количество ПАВ, введенное в систему, снижает показатель поверхностного натяжения воды к различным средам. Это, в свою очередь, способствует интенсификации смачивания волокон, прежде всего, гидрофобных. В настоящее время ПАВ широко применяются в составах препаратов для антистатической обработки тканей. Действие ПАВ в этом случае базируется на повышении электропроводности различных волокнистых материалов [2].

Цель работы – исследовать электростатическую напряженность синтетических тканей: лавсан с шерстью, костюмная из поливискозы. Объектами исследования являлись ткани: костюмная из поливискозы, лавсановая с шерстью.

Основой для составления композиций для обработки тканей служила технология, изложенная в патенте №2190712 «Средство для антистатической обработки текстильных изделий» [3].

Измерение напряженности электростатического поля проводилось с использованием прибора СТ-01. Расчет показателя напряженности электростатического поля синтетических тканей, проводился по формуле (1): $E = E_В - E_{П,}$, кВ/м (1), где $E_В$ – показатель напряженности электростатического поля после воздействия на образец; $E_П$ - показатель напряженности электростатического поля в покое.

В табл. 1 представлены составы антистатических препаратов, в составе которых использовались ПАВ катионного типа (кПАВ). Следует отметить, что составы 3,4, 7,8 разработаны с использованием кПАВ, синтезированного в условиях лаборатории кафедры ПНТВМ КНИТУ на

основе олеиновой кислоты и триэтаноламина [4]. Контрольные образцы (необработанные антистатическими препаратами) обозначены буквой (К).

Таблица 1 – Составы антистатических препаратов

№ п/п	Составы для обработки, (г)				
	К	1	2	3	4
нПАВ (Неонол АФ 9-12)	-	-	3	-	3
кПАВ(Elotant)	-	3	3	-	-
кПАВ (ОЛТА)	-	-	-	3	3
Спирт изопропиловый	-	-	7,3	7,3	7,3
Спирт этиловый	-	10	10	10	10
Ингибитор коррозии	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Глицерин	-	0,4	0,4	0,4	0,4

Таблица 2 – Результаты определения напряжённости электростатического поля тканей.

Состав	$E_В$, кВ/м	$E_П$, кВ/м	E, кВ/м	$E_В$,, кВ/м	$E_П$, кВ/м	E, кВ/м
	Ткань лавсановая с шерстью			Костюмная из поливискозы		
К	12,1	0,67	11,43	7,68	0,51	7,17
1	1,85	0,15	1,7	0,62	0,14	0,48
2	1,04	0,54	0,5	0,18	0,06	0,12
3	2,41	0,50	1,91	1,09	0,32	0,77
4	4,31	1,42	2,89	5,14	0,54	4,6

По сравнению с показателями контрольных экспериментов, в опытных наблюдалось снижение напряженности электростатического поля: с 11,43 кВ/м до 0,5 кВ/м (для ткани лавсановой с шерстью); с 7,17 кВ/м до 0,12 кВ/м (для ткани костюмной из поливискозы) (табл. 2).

Далее эксперименты продолжились с удалением из составов этилового спирта (табл. 3).

Таблица 3 – Составы антистатических препаратов

№ п/п	Составы для обработки, (г)				
	К	5	6	7	8
нПАВ (Неонол АФ 9-12)	-	-	3	3	-
кПАВ(Elotant)	-	3	3	-	-
кПАВ (ОЛТА)	-	-	-	3	3
Спирт изопропиловый	-	7,3	7,3	7,3	7,3
Ингибитор коррозии	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Глицерин	-	0,4	0,4	0,4	0,4

Таблица 4 – Результаты определения напряжённости электростатического поля тканей.

Состав	$E_В$, кВ/м	$E_П$, кВ/м	E,кВ/м	$E_В$, кВ/м	$E_П$, кВ/м	E, кВ/м
	Ткань лавсановая с шерстью			Костюмная ткань из поливискозы		
К	12,1	0,67	11,43	7,68	0,51	7,17
5	0,72	0,40	0,32	0,39	0,25	0,14
6	0,31	0,18	0,13	0,24	0,16	0,08
7	1,21	0,25	0,96	5,79	4,75	1,04
8	5,2	2,16	3,04	7,91	3,17	4,74

Из табл. 4 видно, что ткани, обработанные антистатическими составами, обладают заметно более низкими показателями статического

напряжения: с 11,43 кВ/м до 0,13кВ/м для ткани лавсановой с шерстью; с 7,17 кВ/м – до 0,08 кВ/м для ткани костюмной из поливискозы.

Таким образом, показано, что используемые композиции способствуют снижению напряженности электростатического поля тканей. Исследуемые ткани, обработанные антистатическими веществами, в составе которых присутствуют кПАВ и нПАВ, характеризуются наименьшим значением Е.

При этом, следует учесть, что согласно ГОСТ 28000-2004, напряженность электростатического поля на поверхности изделия должна быть не более 15,0 кВ/м. Результаты представленных опытов соответствовали требованиям указанного ГОСТ.

Список использованных источников:

1. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук - Андреева Д.А.,тема: «Научное обоснование комплекса показателей для гигиенической оценки современных текстильных изделий детского ассортимента», Москва, 2004г.

2. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук - Москвина Ю.Г., тема: «Разработка процесса антистатической обработки хлопколавсановых смесей в пневмопрядении», Москва, 1984г.

3. Пат. № 2190712 Российская Федерация, МПК D06M 13/148, МПК D06M 13/165, МПК D06M 13/463. Средство для антистатической обработки текстильных изделий/ Александров А.Б., Караулов Е.И., Кармацкий Н.П., Игнатюк Г.И., Мирошниченко С.И.; заявитель и правообладатель ОАО «Арнест» - Заявл. 16.01.2001. Опубл. 10.10.2002.

4. Островская, А.В. Обезжиривающие составы на основе отходов производства олеиновой кислоты / А.В. Островская, И.Ш. Абдуллин, Г.Г. Лутфуллина, И.В. Безчвертная, В.П. Тихонова, Р.К. Николаева //Кожевенно-обувная промышленность. -2000. -№ 5. -С. 43-45.

© Лутфуллина Г.Г., Миролюбов Ю.Б., 2021

УДК 677

АНАЛИЗ ФИЛЬТРУЮЩЕ-СОРБИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Морозова И.И., Тихонова Н.В., Тимошина Ю.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

В связи с высокими темпами развития промышленности и высокой токсичностью производственных процессов создание специализированных текстильных материалов и средств индивидуальной защиты (СИЗ) на их

основе является актуальной задачей. В настоящее время активно ведутся разработки инновационных, высокоэффективных барьерных текстильных материалов изолирующего, фильтрующего типов и изделий из них.

Особое место среди таких материалов занимают фильтрующе-сорбирующие материалы, полученные на основе активированного угля. Текстильные материалы на основе активированного угля характеризуются значительно высокой сорбционной активностью в газовоздушных средах по отношению к химикатам, токсичным газам. Благодаря своим свойствам широко применяются для защиты органов дыхания от паров и аэрозолей, для изготовления спецодежды, а также в качестве промышленных фильтров для очистки воздуха и газов.

Эффективность процессов фильтрации и сорбции данной группы материалов обусловлена морфологией поверхности и пористой структурой активированного угля. Активированный уголь содержит поры разного размера, включая микропоры (<2 нм), мезопоры (2-50 нм) и макропоры (> 50 нм) и процесс адсорбции в значительной степени зависит от размера пор и их распределения. Неоднородность поверхности сорбента и наличие значительного количества пор, углублений различной формы и размеров являются одними из важнейших факторов, обеспечивающих прочное удерживание вещества на поверхности и в объеме сорбента [1]. Удельная поверхность активированного угля должна быть в пределах от 500 $м^2/г$ до 1500 $м^2/г$, поры объемом от 0,20 до 0,60 $см^3/г$ для обеспечения хорошей защиты от химических веществ. Микропоры особенно хорошо подходят для адсорбции молекул небольшого размера, а мезопоры – для адсорбции более крупных органических молекул. Микро- и мезопоры составляют наибольшую часть поверхности активированных углей, соответственно, именно они вносят наибольший вклад в их адсорбционные свойства [2].

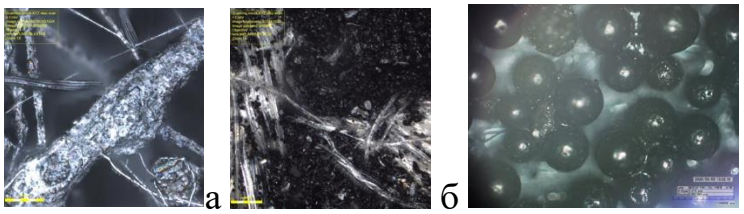
АО «ВНИИСВ» разработана технология получения высоконаполненных нетканых сорбционно-активных волокнистых материалов путем введения мелкодисперсного активного наполнителя внутрь и на поверхность полиакрилонитрильного волокна в процессе аэродинамического формования из раствора полимера [3].

ООО НПФ «Фабитекс» является разработчиком сорбционно-активной ткани на основе натуральных, синтетических и смешанных текстильных полотен, наполненных сорбентом в виде порошкового активированного угля с полимерным связующим. Активированный уголь размещен внутри полимерного связующего, которое в виде покрытия размещено с одной, либо с обеих сторон материала как сплошной, так и дискретной форме [4].

В зарубежной научно-технической литературы упоминается об углеродном текстильном материале, имеющем в своей основе угли сферической формы с очень прочной оболочкой, закрепленных на ткани «в точке». Текстильные материалы известны на рынке под торговой маркой

«Saratoga» (фирма «BLÜCHER», Германия). Специальная методика фиксации сфер активированного угля на носителе обеспечивает максимальную адгезию, воздухопроницаемость, гидролитическую стабильность и высокий уровень стойкости к истиранию [5].

Методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопией (КЛСМ) исследованы структуры материалов. Структура материала АО «ВНИИСВ», волокнистый угленаполненный материал (ВУМ) представлена на рис. 1а.



а б в

Рисунок 1 – Микрофотографии изображения структуры волокон: а) АО «ВНИИСВ» волокнистый угленаполненный материал (ВУМ)»; б) ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань; в) микрофотографии изображения сфер активированного угля образца BLÜCHER, углеродный текстиль «Saratoga»

Структура волокон образца производства ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань представлена на рис. 1б.

На основании полученных микрофотографий структуры волокон (рис. 1а, 1б), можно заключить, что данные отечественные материалы являются угленаполненными, т.е. волокна служат матрицей, на которой закреплен порошкообразный уголь при помощи полимерных связующих компонентов.

На рис. 1в представлены микрофотографии структуры углеродного текстильного материала «Saratoga» из которых видно, что сферы активированного угля, закреплены в «точке» на поверхности основы-носителя. Причем адгезив закрывает только часть сфер – 85% поверхности сфер остается открытой для сорбции.

Исследования пористости и газопроницаемости проводили методом газо-жидкостной порометрии на поромере POROLUX100 (IB-FT GmbH, Германия). Для анализа пор применяется метод сканирующего давления. Порометр измеряет поток газа, как функцию от давления. Стандартный анализ пористости состоит из измерений двух кривых: мокрая кривая измеряется после пропитки образца смачивающей жидкостью, а сухая кривая измеряется на том же, несмоченном образце. Испытания сухого образца, позволяют рассчитать средние размеры пор, наименьшую пору, и газовую проницаемость. Средний гидравлический размер пор (MFP) представляет собой усредненный размер пор и является важным параметром при определении пористости. Обычно это значение соответствует наиболее распространенному размеру пор в материале.

Полученные результаты отображаются в виде интегральных и дифференциальных кривых распределения пор по размеру [6].

Полученные результаты по порометрии исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные порометрии образцов

Наименование образца	Размер маленькой поры (мкм)	Размер средней (расчетной) поры (мкм)	Размер большой поры (точка пузырька) (мкм)
АО «ВНИИСВ», ВУМ	3,050	16,05	66,97
ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань	2,754	15,37	25,25
BLÜCHER, углеродный текстиль «Saratoga»	3,364	59,36	201,1

На основании полученных дифференциальных кривых, которые показывают процент потока, проходящего через поры соответствующего размера, определили распределение пор по размерам в исследуемых образцах и сделали выводы:

в образце АО «ВНИИСВ», ВУМ – распределение пор по размерам сконцентрировано в диапазоне от 3,0 до 18 мкм. Основной поток воздуха проходит через поры размером от 8 до 18 мкм;

в образце ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань – распределение пор по размерам сконцентрировано в диапазоне от 2,7 до 25 мкм. Основной поток воздуха проходит через поры размером от 2 до 6 мкм;

в образце BLÜCHER, углеродный текстиль «Saratoga» – распределение пор сконцентрировано в диапазоне от 3,3 до 25 мкм. Основной поток воздуха проходит через поры размером от 12 до 21 мкм.

Результаты измерений газопроницаемости исследуемых образцов материалов показали, что высокой воздухопроницаемостью обладают образцы: АО «ВНИИСВ», ВУМ – 90,67 л/мин и BLÜCHER, углеродный текстильный материал «Saratoga» – 87,83 л/мин, по сравнению с образцом ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань – 25,75 л/мин.

Оценку состава и качества отечественных и импортного материалов проводили органолептическими методами исследования – путем рассматривания, ощупывания волокон, оценкой фактуры, вида поверхности и т.д.

АО «ВНИИСВ», ВУМ. Нетканый, волокнистый материал, сформированный из беспорядочно расположенных волокон. Материал хрупкий, не устойчив к истиранию, используется в виде внутреннего сорбирующего слоя, при дополнительном армировании с двух сторон текстилем с дискретным клеевым слоем

ООО НПФ «Фабитекс», сорбционно-активная ткань. Полотно саржевого плетения, с большими интервалами между плетениями. Ткань пропитана связующим композитом, содержащим частицы

порошкообразного угля в качестве наполнителя. Структура материала плотная, жесткая, с низкой воздухопроницаемостью.

BLÜCHER, углеродный текстильный материал «Saratoga». Полотно саржевого плетения, на поверхности основы-носителя равномерным, плотным слоем закреплены сферы активированного угля. Материал прочный, устойчив к истиранию, разрушению, трению. Используется в качестве сорбирующего слоя

В результате проведенных исследований можно сделать выводы, о том, что среди изученных фильтрующе-сорбирующие материалов, высокую газопроницаемость имеют образцы АО «ВНИИСВ», ВУМ и BLÜCHER, углеродный текстильный материал «Saratoga». У зарубежного материала «Saratoga» средние и большие поры имеют больший размер, по сравнению с отечественным материалом ВУМ.

Исследование отечественных и зарубежных сорбирующих материалов различными методами, такими как: конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (КЛСМ), газо-жидкостная порометрия, позволяет получить информацию о их структуре, газопроницаемости и распределении пор по размерам внутри исследуемых материалов, тем самым расширить сведения о процессах сорбции для дальнейшего совершенствования и разработки новых текстильных материалов.

Список использованных источников:

1. Иванец М. Г., Невар Т. Н., Савицкая Т. А., Гриншпан Д. Д. Морфология поверхности и пористая структура углеродных сорбентов. Электронная библиотеку БГУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://elib.bsu.by/handle/123456789/21549 (дата обращения 26.03.2021)

2. Advances and applications of chemical protective clothing system / M.A. Rahman Bhuiyan, Lijing Wang, Abu Shaid, и др. // Journal of Industrial Textiles. – 2019. – Vol. № 49(1). –P. 97–138.

3. Генис А.В., Кузнецов А.В. Новые виды волокнистых фильтрующее-сорбирующих композиционных материалов для создания современных средств индивидуальной защиты// Полимерные материалы. - 2017. - № 4. - С. 48–52.

4. Патент РФ №2706317C1Фильтрующий химзащитный материал / Журко А.В., Долговязов В.В., Комарова Н.Р., Кузнецов А.К., Чернова Н.Л.; заявитель и патентообладатель ООО НПФ «Фабитекс» №2019101039, завял. 10.01.2019, опубл. 15.11.2019, Бюл. №32. – 11 с.

5. Патент DE №10354623A1. Protective clothing fabric, especially againstatomic, biological or chemical attack, comprises multi-layer structure with active carbon adsorbent layer and barrier layer with membrane which can breathe / H.V. Bluecher; заявитель и патентообладатель BLÜCHER GMBH. №20031054623; заявл. 22.11.2003; опубл. 25.05.2005

6. Проспект по Газожидкостному порометру POROLUX™ 100. [Электронный ресурс]: https://www.porometer.ru/upload/pdf/calculations_in_porosimetry.pdf (дата обращения: 26.02.2021)

© Морозова И.И., Тихонова Н.В., Тимошина Ю.А., 2021

УДК 687

БАМБУК КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ МНОГИХ ОТРАСЛЕЙ МИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Никиташина Д.В., Гаврилюк Е.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Бамбук – широко распространенный термин, применяемый к широкой группе крупных древесных трав высотой от 10 см до 40 м. Они растут в тропических и субтропических регионах Латинской Америки, Африки и Азии, простираясь на север до юга Соединенных Штатов или центрального Китая и на юг до Патагонии. Бамбук также растет в северной части Австралии. Широкое распространение бамбука, его быстрый рост и очень хорошие физико-химические свойства делают его удобным и легкодоступным материалом во многих странах мира. Результаты некоторых предварительных исследований, проведенных в Эфиопии и Гвинее, показывают широкий спектр применения бамбука и возможности его использования. Вторичные исследования, основанные на доступных источниках, указывают на перспективное направление будущего развития экономики, основанной на использовании бамбука.

Бамбук уже используется ежедневно примерно 2,5 миллиардами человек, в основном в Азии для производства клетчатки и пищевых продуктов. Подсемейство Bambusoidaea состоит как из древесных, так и из травянистых бамбуков и включает 1575 идентифицированных видов 111 различных родов. Однако бамбук имеет потенциал в качестве биоэнергетической или волокнистой культуры для нишевых рынков, хотя некоторые сообщения о его высокой урожайности кажутся преувеличенными. Литературы по бамбуковому искусству все еще мало (по сравнению с другими материалами), большинство сообщений поступает из разных частей Азии. В целом мало доказательств того, что бамбук значительно более продуктивен, чем многие другие кандидаты на биоэнергетические культуры, но он разделяет ряд желательных топливных характеристик с некоторыми другими видами биоэнергетического сырья, такими как низкое содержание золы и щелочной индекс. Его теплотворная способность ниже, чем у многих видов древесной биомассы, но выше, чем

у большинства сельскохозяйственных отходов и остатков, трав и соломы. Хотя не топливные применения бамбуковой биомассы могут быть на самом деле более прибыльными, чем восстановление энергии, также может существовать потенциал для совместного производства биоэнергии вместе с другими видами обработки бамбука [1].

В основном бамбук используется для изготовления шестов, кольев. Бамбук используется для самых разных целей: кровля, строительные леса, навесы, деревенские мосты, стойки из колючей проволоки и т.д. В настоящее время нет точных сведений о годовом производстве и потреблении этого продукта [2].

Бамбук особенно подходит в качестве инструмента для связывания углерода. Свойства бамбука по связыванию углерода были изучены в Мексике и Китае, где он естественным образом образует дикие леса. Наиболее эффективное решение проблемы изменения климата – сокращение выбросов CO_2 (диоксида углерода) за счет уменьшения людской зависимости от ископаемого топлива. В течение 30 лет бамбуковые растения и продукты могут накапливать больше углерода, чем некоторые виды деревьев. Благодаря своей невероятной системе корней бамбук продолжает расти независимо от урожая. В отличие от большинства других растений, бамбук является недорогим растением, то есть ему не нужны удобрения, химикаты или пестициды для роста. Бамбук можно назвать растением для ухода за собой, потому что он использует собственные опавшие листья, чтобы снабжать их питательными веществами при распаде в почве. Из-за невероятно быстрого цикла роста и разнообразия областей, в которых он может расти, бамбук также чрезвычайно дешев [3]. Бамбук обладает огромной прочностью и гибкостью, что делает его идеальным строительным материалом во многих частях Африки, Азии и Латинской Америки, где он является родным. Бамбук имеет более высокий предел прочности, чем у мягкой стали, и выдерживает сжатие вдвое лучше, чем бетон, что делает его готовой заменой на дорогах, дренажных трубах, корпусах и даже лопастях ветряных турбин [4].

Бамбук как возобновляемый источник производства энергии. Бамбук действительно может иметь потенциал в качестве биоэнергетической или волокнистой культуры для нишевых рынков. Бамбук имеет хорошее качество волокна для изготовления бумаги и обладает рядом желаемых топливных характеристик с некоторыми другими видами биоэнергетического сырья, такими как низкое содержание золы и щелочной индекс. Основными золообразующими компонентами бамбука являются диоксид кремния (SiO_2) и оксид калия (K_2O). Он также содержит оксид кальция (CaO), хлор (Cl) и оксид магния (MgO) [5]. Чтобы оценить качество биотоплива, важно знать содержание серы и хлора. Высокое содержание

этих элементов вызывает коррозию и загрязнение котлов, а также увеличивает выбросы Cl_2, SO_2 и HCl.

Так как срезание улучшает здоровье растений, бамбук можно собирать повторно каждые три года без какого-либо вредного воздействия на окружающую среду. При средней продолжительности жизни красного дерева 500 лет, бамбук можно собрать и отрастить более 150 раз. Энергия бамбуковой биомассы может стать альтернативой ископаемому топливу. Биомасса бамбука поступает из стеблей, веток и листьев. Бамбуковая биомасса может обрабатываться различными способами (термическое или биохимическое преобразование) для производства различных энергетических продуктов (древесный уголь, синтез-газ и биотопливо), которые могут заменить существующие продукты ископаемого топлива. Сама по себе бамбуковая биомасса не может удовлетворить все потребности в энергии. Его необходимо сочетать с другими источниками, чтобы наилучшим образом использовать их потенциал и обеспечивать устойчивое энергоснабжение [6]. Бамбуковая биомасса характеризуется относительно более высокой теплотворной способностью, чем другие виды биомассы, что означает, что она является хорошим материалом для прямого сжигания (например, совместного сжигания на тепловой электростанции). Многие проекты в области бамбуковой энергии уже действуют или реализуются по всему миру. В африканских странах проекты по производству бамбуковой биомассы очень популярны и в основном используются для замены дров или производства древесного угля для домашнего использования [6].

Бамбук как дополнительный материал для биодегадации. В Европе проводится много исследований биоразлагаемых материалов. В некоторые материалы добавляют древесную пыль сосны, чтобы изменить свойства биоразлагаемых материалов, но также бамбук может улучшить результаты и свойства материалов [7]. Образцы биокомпозита, армированные необработанным бамбуковым волокном и обработанные, показали различную степень биоразложения с потерей веса после 30 дней анализов. В целом исследования биоразлагаемости показали, что сырое бамбуковое волокно и биокомпозит, армированный этим волокном, были более устойчивы к действию микроорганизмов из-за более высокого содержания лигнина и гемицеллюлоз. В растительной ткани лигнин, как и цемент, действует как армирование между волокнами [8].

Любое широко распространенное производство бамбука подразумевает промышленное использование. В краткосрочной перспективе бамбук можно производить и использовать для стабилизации почвы, улучшения прибрежных вод, защиты от ветра, столбов для виноградарства или фруктовых деревьев, небольших палочек для садоводства. В среднесрочной перспективе бамбук может найти применение в производстве туалетных принадлежностей и мебели. Также

искусство и ремесло можно рассматривать как идеальное применение для повседневного оборудования. В долгосрочной перспективе использование бамбука в промышленных целях потребует дополнительных анализов и испытаний. Два из них кажутся наиболее важными: определение теплотворной способности для газификации и дефибрации для производства плит или биоразлагаемых тканей.

Список использованных источников:

1. Scurlock, J. M. O. Бамбук: недооцененный ресурс биомассы? / J. M. O. Scurlock, D. C. Dayton, B. Hames // Биомасса и биоэнергетика. – 2000. – 19 (4). – С. 229-244.

2. Перспективное исследование лесного сектора в Африке. – Гвинея, 07 июля 2001. – С.1-41.

3. King Ch., 2019: Bamboo and Sustainable Development: A Briefing Note, INBAR, 1-8.

4. Gutu, T. A. Исследование свойств механической прочности бамбука с целью расширения возможностей его использования / T.A. Gutu // Международный журнал инновационных технологий и изучения инженерии. – 2013. – 2.5. – С. 314-319.

5. Kumar, R. Топливные свойства и характеристики горения некоторых многообещающих видов бамбука в Индии / R. Kumar, N. Chandrashekar // Журнал исследований лесного хозяйства. – 2014. – 25 (2). – С. 471-476.

6. LE T.M.A., TRUONG H., 2014: Overview of bamboo biomass for energy production, halshs-01100209.

7. Żelaziński, T. Применение древесной пыли для улучшения некоторых свойств термопластичного крахмала / T. Żelaziński, A. Ekielski., E. Tulska., V. Vladut, K. Durczak // Инматек - Сельскохозяйственная инженерия. – 2019. - 58 (2). – С. 37-43.

8. Junior, A.E. C. Термические и механические свойства биокомпозитов на основе жидкой матрицы из скорлупы орехов кешью, армированной бамбуковыми волокнами / A. E. C. Junior и др. // Журнал композитных материалов. - 2015. – 49.18. – С. 2203-2215.

© Никиташина Д.В., Гаврилюк Е.Ю., 2021

УКД 003.24

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ НА УПАКОВКЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Одинцова В.Г., Шафрай А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово

Есть люди, которые всю жизнь видят только в чёрном цвете. Они не видят цвета этого мира, но могут воспринимать его через осязание и слух. К сожалению, люди с ограниченными возможностями не могут жить без посторонней помощи. Даже поход в магазин становится большой трудностью. С целью удобства и упрощения жизни для таких людей, следует создавать простой и понятный дизайн. Чтобы на ощупь стало понятно, что за продукт они держат в руках. А также узнать всю необходимую информацию о продукте, его составе и сроке годности.

Около 1,3 миллиарда людей живут с нарушением зрения и 36 миллионов из которых слепы. Нарушения зрения происходит в возрасте 60 лет – это около 88%, в возрасте от 16 до 59 – 10% и до 16 лет – 2%.

Слепые или слабовидящих люди читают с помощью шрифта Брайля – это специальный алфавит. Придумал в 1824 году француз Луи Брайль. Он потерял зрение в раннем возрасте, а в 15 лет придумал шрифт для слепых. Основой стала идея «ночного шрифта», применявшаяся в армии и позволявшая видеть текст в темноте. В обозначении букв используются символы – точки. Для изображения букв в шрифте Брайля используются шесть точек, по три в столбце. Точки прокалываются и с обратной стороны листа образуют рельеф. Лист переворачивается и текст читается слева направо. Читаются только выпуклые точки. Высота и диаметр точек одинаковые. Таким обозом, слабовидящий человек поводит пальцем по точкам, и считывает символы. Подробный шрифт Брайля представлен на рис. 1.

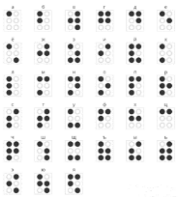


Рисунок 1 – Азбука Брайля

Данная проблема актуальна не только для России, но и для всего мира. В каждой стране есть слабовидящие люди, и они каждый раз сталкиваются с большим многообразием товаров и без шрифта Брайля или других тактильных знаков, тяжело отличить, что они покупают правильный продукт. Еда имеет решающее значение для выживания – и дело не только

в том, чтобы знать, какой продукт у вас в руке, но и ходить в магазин и покупать себе еду без помощи.

Шрифт Брайля применяется в общественном транспорте в виде предупредительных табличек, на остановке, в общественных местах, административных зданиях, частном секторе. А также и в сфере обслуживания кафе, магазинов и торговых центров [1].

В каждой стране есть свой код Брайля. Коды Брайля состоят из букв, цифр и специальных символов. Некоторые символы могут повторяться в кодах других стран, но буквы всегда различаются. Важно, чтобы точки Брайля были нанесены достаточно четко, чтобы слепой человек мог идентифицировать продукт.

В фармацевтической промышленности шрифт Брайля применяется только в упаковке лекарственных препаратов. Фармацевтические компании используют шрифт Брайля для обозначения названий лекарств, их надлежащей силы и того, подходит ли продукт для детей, младенцев и взрослых. Информации шрифтом Брайля очень важна для людей со слабым зрением. Когда такой человек остается один в каком-то помещении или у себя дома, если ему нужно принять лекарство, он совершенно не может отличить один флакончик от другого.

Помимо фармацевтической промышленности, шрифт Брайля нашел свое применение в упаковке продуктов питания. Например, компания Kellogg’s в 2018 году запустила упаковку Rice Krispies «Love Notes» с наклейками в форме сердца с звуковыми сообщениями. Упаковка была создана с той целью, чтобы дети с нарушением зрения не чувствовали себя одинокими и получали послание любви в своих ланч-боксах [2].

В центре разработки упаковки стала 11-летняя девочка и её мама, которые снялись в видеоролике на канале компании на Youtube. В видео они объясняют, как важность писем, многое значит для людей с плохим зрением.

«Любовные записки» стали большим шагом на пути к доступной потребительской упаковке и показали, насколько важно, чтобы в нее были включены слепые потребители. Изображение упаковки Kellogg's Love Notes представлено на рис. 2.

Рисунок 2 – Упаковка Kellogg's Love Notes с наклейками со шрифтом Брайля

Также Coca-Cola в 2013 году провела кампанию «Поделись колой» в Аргентине и Мексике. На металлических банках был нанесен шрифт Брайля тиснением. Включение шрифта Брайля помогает плохо зрячим потребителям общаться с продуктом с помощью сенсорного языка.

Эта концепция была разработана рекламный агентством Anónimo из Мехико и была представлена в кинотеатрах Мексики. Потребителям предлагалась возможность создать индивидуальную банку с посланием для слабовидящего друга.

Используя шрифт Брайля в упаковке, можно обеспечить независимость людей с ослабленным зрением.

Для того, чтобы слабовидящим людям было комфортнее жить, государство предлагает различные программы. Одна из них «Доступная среда». Она нацелена на то, чтобы шрифт Брайля был напечатан не только на упаковках лекарственных препаратов, но и на пищевых продуктах. А также на различных поручнях, спусках. В общем, на всем, что дало бы возможность безопасно жить и передвигаться таким людям самостоятельно. Данная программа будет реализовываться вплоть до 2025 года.

Чтобы нанести шрифт Брайля есть несколько способов. Наиболее распространены [4]:

Конгревное тиснение: включает использование штампа, содержащие необходимую комбинацию точек. Подложка для картонной коробки или этикетки помещается между двумя матрицами, и прикладывается сила для создания точек Брайля. В процессе производства используют инструменты, которые как тиснят шрифт Брайля, так и разрезают, и сгибают подложку для упаковки. Минус этого тиснения, что штамп стоит дополнительных денег, но для крупного производства, это не будет проблемой.

Термоподнятие. Есть такие материалы, которые при нагревании вспениваются и увеличиваются в объеме. Например, полистирол. Он наносится порошком на специальную краску или лак, после чего нагревается. В результате нагрева порошок вспенивается и становится рельефным, благодаря этому, шрифт Брайля будет удобочитаемым. Технология проста в использовании, но требуется дополнительное оборудование. Термоподнятие может быть использовано при очень маленьких тиражах.

Рельефный лак. Также, как и полистирол при нагревании увеличивается в объеме. Лаки наносятся трафаретным способом, после просушивается, где лак становится больше в размерах. В такой сушке лак полимеризуется. В результате этого, создается рельефное изображение на оттиске. Такой способ достаточно дорогой. Обуславливается это тем, что идет долгий технологический процесс. В производстве используется на тонкие полимерные материалы, такие как, самоклеящиеся этикетки. Только этим способом можно создать объемный трафаретный лак.

Трафаретная печать: этот процесс можно использовать на бумаге, картоне и полимерах. Точки обычно прозрачны, чтобы не ухудшать читаемость графики и текста под ними.

Клейкие этикетки: шрифт Брайля может быть нанесен на клейкие этикетки, которые впоследствии наносятся на упаковку во время производства.

Одна из проблем, связанных с маркировкой шрифтом Брайля, заключается в том, что она занимает много места и поэтому может быть нанесена только частичная информация.

Поэтому можно использовать тактильные универсальные символы. Они займут меньше места на упаковке, и слабовидящий человек лучше поймет информацию о продукте, содержащегося в упаковке. Тактильные символы могут быть выполнены тиснением и штамповкой.

С января 2020 года все флаконы для шампуня и кондиционера Herbal Essences стали иметь особый элемент дизайна – рельефные круги или полосы у основания. Полосы у основания располагаются на шампуне, а рельефные круги у кондиционера. Такая универсальная тактильная маркировка является мелочью, но она очень сильно поможет слабовидящим людям не путаться в душе. Изображение шампуня и кондиционера с тактильными символами представлено на рис. 3.

Рисунок 3 – Тактильная маркировка на шампуне и кондиционере

На международном рынке есть упаковки для людей со слабым зрением. [3] Как показала практика, не обязательно должен быть нанесен шрифт Брайля, можно просто наносить тактильные символы. Производители должны задуматься о нанесение информации для каждого покупателя. Лет 30 назад на упаковках не использовались штрих-коды, но в настоящее время каждая упаковка имеет свой индивидуальный штрих-код. Возможно, в ближайшем будущем на российском и международном уровнях станет обязательным нанесение шрифта Брайля или тактильных знаков для слабовидящих людей.

Список использованных источников:

1. С Брайлем – в XXI век: сб. ст. Рос. гос. б-ка для слепых.М., 2010. с.132 .

2. Kimbrough L. Errors Are Her Business. Dialogue: A World of Ideas for Visually Impaired People of All Ages, 2002. № 162. p. 10–15.

3. Louis Braille 200th Anniversary Celebrations. Newsletter IFLA Libraries Serving Persons with Print Disabilities Section, 2009. № 1.p. 2–15

4. Project for the Blind in Tibet. The Educator, 2002. V. XIV. № 1.p. 38–40.

© Одинцова В.Г., Шафрай А.В., 2021

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХИРУРГИЧЕСКИХ ШОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Осипова Л.И., Ануфриева М.Ф., Курденкова А.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время хирургические манипуляции производятся на всех органах и тканях организма. Все хирургические операции, несмотря на их разнообразие, в основе своей имеют два главных момента: разъединение тканей и последующее их соединение. Одним из условий правильно выполненной операции является возможность добиться быстрого заживления раны, обеспечить хороший косметический эффект, а также предотвратить развитие осложнений. При многих оперативных вмешательствах несостоятельность даже одного шва в послеоперационном периоде может привести к серьезным осложнениям, которые, как правило, требуют повторных операций.

Нерешенность и сложность данной проблемы подтверждают всевозможные публикации с писанием различных методик сопоставления тканей. На сегодняшний день имеется несколько вариантов соединения тканей: аппаратный шов, хирургический шов, сварка тканей лазером, клеевое соединение. Каждому из них характерны определенные преимущества и недостатки. В данный момент наиболее распространенным является соединение тканей посредством хирургического шва.

Шовные материалы служат для соединения тканей при любом оперативном вмешательстве. Надежность шовного материала, атравматичность и биосовместимость с тканями человеческого организма – залог успешного исхода любой операции и постоперационного периода без осложнений.

На сегодняшний день каждая линейка шовного материала отвечает высоким стандартам качества. Основные преимущества шовного материала: прочность, гибкость, эластичность, полное выведение из организма, цена.

Уникальные свойства шовного материала способствует его широкому применению при разного рода хирургических операциях – от офтальмологии и стоматологии до сердечно-сосудистой хирургии.

Структура потребления по видам нитей определяется во многом структурными особенностями хирургических вмешательств.

В настоящее время внимание хирургов всё больше интересует роль шовного материала в исходе операций. Сегодня известно свыше 200 наименований шовного материала различных компаний и фирм, это говорит

о неудовлетворенности качеством шовного материала и необходимым поиском более совершенных хирургических нитей. В табл. 1 приведены характеристики объектов исследования.

Таблица 1 – Образцы испытаний

Артикул	Наименование
Крученые нити, крутка S, два сложения	
019/1	Нить полиэфирная плетеная, неокрашенная, «Оптикум», МР 4
019/9	Нить полиамидная крученая, неокрашенная, «Оптикум», МР4
019/11	Нить полиамидная крученая с фторполимерым покрытием, синяя, «Оптикум», МР 6
019/14	Нить полиамидная плетеная с фторполимерным покрытием, синяя, «Оптикум» МР 4
019/18	Нить шелковая крученая, неокрашенная, «Оптикум», МР 1,5
Плетеные нити, 6 элементарных нитей	
019/2	Нить полиэфирная плетеная с фторполимерным покрытием, зеленая, «Оптикум», МР 2,5
019/4	Нить полиэфирная плетеная с фторполимерным покрытием, зеленая, «Оптикум», МР 6
019/5	Нить полиэфирная плетеная с силиконовым покрытием, неокрашенная, «Оптикум», МР 3
019/15	Нить полиамидная плетеная с фторполимерным покрытием, неокрашенная, «Оптикум» МР 4
019/21	Нить шелковая плетеная с силиконовым покрытием, неокрашенная, МР2

Требования, предъявляемые к хирургическим материалам, следующие: инертность; прочность, соответствующая прочности раны на всех этапах ее заживления; надежность хирургических узлов; устойчивость к инфекции; в большинстве случаев – способность рассасываться; хорошие манипуляционные свойства (удобство в работе с нитью); отсутствие канцерогенной активности; отсутствие аллергенных свойств; простота стерилизации; низкая цена.

В соответствии с ГОСТ 31620 [1-4] оценка качества проводится по следующим показателям:

длина шовного материала;

определение диаметра;

определение разрывной нагрузки.

В табл. 2 приведены результаты испытаний исследуемых образцов. Испытания проводились по стандартным методикам. За основу методики определения капиллярности был принят ГОСТ 3816. Из каждого образца испытуемого материала отрезали 10 проб – нити длиной 300 мм. Планку для подвешивания нитей закрепляли между двумя штативами. К ней прикрепляли линейки. Один конец нити закрепляли на планке, а другой конец помещали между стеклянными палочками, скрепленных между собой резиновыми колечками. Емкость с подкрашеннной водой устанавливали под нити. Вода должна покрывать стеклянные палочки, а нулевое деление линейки совпадать с уровнем воды. В течение часа отмечали по линейке высоту подъема воды. За результат измерений принималось среднее значение по 10 измерениям.

Таблица 2 – Результаты испытаний исследуемых образцов

Артикул	Линейная плотность, текс	Крутка, кр/м	Разрывная нагрузка в простом узле, Н	Капиллярность, мм
Крученые нити				
019/1	58	296	48,9	129
019/9	191	264	128,7	71
019/11	312	268	169,8	63
019/14	138	292	107,1	84
019/18	45	296	33,8	137
Плетеные нити				
019/2	66	-	56,9	112
019/4	353	-	197,6	58
019/5	78	-	73,8	107
019/15	193	-	138,9	67
019/21	170	-	118,4	72

Можно отметить, что капиллярность крученых нитей более высокая, чем у плетеных. С увеличением линейной плотности капиллярность снижается, так как толщина элементарных нитей препятствует подъему жидкости.

Разрывная нагрузка плетеных нитей выше, чем крученых, так как плотность плетения повышает прочность образцов.

С увеличением линейной плотности прочность нитей возрастает.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что выбор нити должен осуществляться в зависимости от вида операции и величины шва, так как это играет огромную роль в процессе заживления раны и восстановления организма после операционного вмешательства.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 31620 «Материалы хирургические шовные. Общие технические требования. Методы испытаний»

2. Бонцевич Д.Н. - Хирургический шовный материал. – М.: Интеграция, 2005. – 118 с.

3. Третьяк С.И. Хирургический шовный материал: Методические рекомен- дации / Третьяк С.И., Маркевич Е.В., Буравский А.В. - Мн.: БГМУ, 2011. – 56 с.

4. Семенов Г.М., Петришин В.Л., Ковшова М.В. Хирургический шов. – СПб: Питер, 2001. – 256 с.

© Осипова Л.И., Ануфриева М.Ф., Курденкова А.В., 2021

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

Петрова А.Р., Плеханова С.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

До недавнего времени к медицинской одежде со стороны потребителей предъявлялись следующие требования: функциональность, высокие эксплуатационные характеристики, способность долго сохранять свой первоначальный внешний вид, эргономичность, способность к водо- и кровоотталкиванию, антистатичность [1]. Немаловажную роль играли и эстетические показатели, и, прежде всего внешний вид. Ведь для потребителей медицинских услуг опрятный внешний вид униформы – это первый признак профессионализма сотрудников.

Однако в 2020 году мир столкнулся с новым вызовом – пандемией ранее неизвестного коронавируса. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) является острым респираторным заболеванием, вызванным новым коронавирусом (SARS-CoV-2). Вирус SARS-CoV-2 в соответствии с санитарным законодательством Российской Федерации отнесен ко II группе патогенности. Вирус способен поражать различные органы через прямое инфицирование или посредством иммунного ответа организма. Наиболее частым осложнением заболевания является вирусная пневмония, способная приводить к острой дыхательной недостаточности, при которой чаще всего необходимы кислородная терапия и респираторная поддержка.

В целях снижения распространения инфекции в России с 28 октября 2020 года введён обязательный масочный режим на территории Российской Федерации.

Постановлением от 22 мая 2020 были утверждены санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.3597-20 Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19), в которых уделяется внимание профилактике внутрибольничного инфицирования и недопущению формирования очагов в медицинских организациях; мероприятиям, направленным на «разрыв» механизма передачи инфекции.

Все это внесло значительные коррективы в привычную жизнь.

В настоящее время работа в любых медицинских организациях сопряжена с риском инфицирования коронавирусом. В первую очередь это касается медицинских организаций, занимающихся лечением пациентов, зараженных коронавирусом (к настоящему времени в МО России при исполнении своего врачебного долга погибло более 150 медицинских

работников), а также других стационарных медицинских учреждений. В связи с тяжелой эпидемиологической ситуацией стали предъявляться ужесточенные требования к медицинскому персоналу, в том числе к их одежде. Необходимо позаботится и о врачах и о пациентах, ведь контакта между ними избежать невозможно, отсюда появляется потребность в одноразовой защитной одежде для врачей, напрямую контактирующих с больными, а также в одежде из тканей с антибактериальной пропиткой для персонала больницы, находящихся не в красных зонах, но имеющих определенный риск.

В современных условиях одними из важнейших показателей качества тканей для одежды работников больниц являются антибактериальные свойства. В настоящее время существует большое количество технологий придания тканям медицинского назначения антимикробных свойств путем нанесения на текстильный материал полимерных композиций, включающих биологически активные добавки, обработки готовых материалов ионами серебра, получение бактериостатических тканей и т.д.

На рынке присутствует большое количество тканей медицинского назначения для одежды работников больниц разного волокнистого состава, с разнообразной отделкой, широким выбором цветов и видов переплетений [2].

Предприятие ООО «Чайковский текстиль» разработал новые ткани медицинского назначения с барьерными свойствами против COVID-19 [3]. Данные ткани обладают высокими барьерными свойствами; способны предотвратить риск заражения; обладают микробопроницаемостью на уровне не более 2-4% (при норме не более 5%); имеют высокие гигиенические показатели [3]. По результатам испытаний в ФБУН НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора ткани компании «Чайковский текстиль» рекомендованы для изготовления многоразовой защитной одежды врачей, в том числе имеющих риски инфицирования COVID-19 (характеристика тканей представлена в табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика тканей с подтвержденными барьерными свойствами ООО «Чайковский текстиль» для одежды медицинских работников

Наименование ткани	Состав, %	Поверхностная плотность, г/м^2	Отделка	Вид переплетения
Панацея PP 180	70Вис 30Поликомф	170	CleanOk, MO	Комбинированное
Премьер Cotton 250	100ХЛ	250	МВО	Полотняное
Премьер Standart 180 AntiBacterial	65ПЭ 35ХЛ	185	AntiBacterial	Саржевое
Бриз Cotton Rich 130 AntiBacterial	60ХЛ 40ПЭ	135	AntiBacterial	Рогожка
Климат 150 RS	100 ПЭ	120	МВО	Комбинированное
Климат 150 RS	100 ПЭ	160	ВО+Кл2	Комбинированное

Помимо ООО «Чайковский текстиль» производителями тканей медицинского назначения являются компании: Балтийский текстиль («Балтекс»), «Текстайм». Ассортимент тканей медицинского назначения для одежды работников больниц ООО «Балтекс» представлен в табл. 2.

Таблица 2 – Характеристика тканей медицинского назначения для одежды работников больниц ООО «Балтекс»

Наименование ткани	Состав, %	Поверхностная плотность, г/м^2	Отделка	Вид переплетения
Ткань сорочечная Оптима-М	35ХЛ 65ПЭ	155	Водоотталкивающая	Саржевое
Ткань Форма 150	35Вис 65ПЭ	150	«easy care»	Полотняное
Ткань Прима (Prima)	55ХЛ 45ПЭ	145	Водоотталкивающая	Твилл

Большой популярностью у производителей одежды для медицины пользуются импортные ткани:

Satory: Сатори лайт (50% полиэфир, 50% хлопок), Сатори комфорт (100% хлопок), Сатори сатин (50% полиэфир, 50% хлопок).

Carrington: Тередо (67% полиэфир, 33% хлопок), Альба-2 (Альба-2), Ультра (50% полиэфир, 50% хлопок).

Многие ткани имеют специальные отделки, улучшающие потребительские свойства тканей и придающие специальные свойства [4].

Отделка CleanOK – новая разработка компании Чайковский текстиль, сочетающая устойчивые антибактериальные и водо-грязеотталкивающие свойства. Антимикробные препараты отделки состоят из комбинаций различных агентов с высоким бактериостатическим действием (отделка эффективна в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибков). Испытания, проведенные в испытательном центре перевязочных, шовных и полимерных материалов ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России подтвердили высокую устойчивость к микробной проницаемости ткани с отделкой CleanOK в сухом и мокром состоянии.

Мягчительная отделка (МО) – для получения мягкого грифа материалы подвергают обработке специальными мягчителями. Это всевозможные вещества, содержащие минеральные масла и органические соединения кремния. Они образуют своеобразную пленку, в результате чего снижается поверхностное трение и жесткость ткани.

Масло-водоотталкивающая отделка (МВО). Благодаря масло-водоотталкивающей отделке максимально снижается способность тканей поглощать маслянистые растворы. Для ее проведения используются фторсодержащие органические соединения.

Водоотталкивающая отделка (ВО). Водоотталкивающая отделка называется гидрофобной. Заключается она в том, что ткани наделяются способностью отталкивать воду. Происходит это за счет блокировки гидрофильных групп волокон. Вода соскальзывает с поверхности ткани, но

воздух и пары проходят свободно. Таким образом, санитарно-гигиенические нормы полностью сохраняются.

Отделка AntiBacterial. Антимикробные препараты отделки состоят из надежных комбинаций различных агентов с высоким бактериостатическим и фунгистатическим действием. Они препятствуют поглощению микробами питательных веществ из окружающей среды и таким образом эффективно предотвращают развитие бактерий и грибков.

Ткань с отделками ВО+Климат 2 обладает высокими барьерными свойствами и рекомендована для изготовления многоразовой защитной одежды работников, имеющих риски инфицирования COVID-19.

Отделка «easy care» (легкий уход) позволяет не гладить костюмы после стирки и сушки в расправленном виде.

Список использованных источников:

1. Виноградова Н.А., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф. Повышение уровня качества формализации медицинских изделий. // Перспективы науки. – Тамбов – 2020. – №9 (132). С. 36-39.

2. Виноградова Н.А., Плеханова С.В. Сравнительный анализ показателей физико-механических свойств тканей специального назначения. // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. – Том 10, № 1А. С. 27-32.

3. Каталог продукции ООО Чайковский текстиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:/www.textile.ru/production/spec/med.

4. Виноградова Н.А., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф. Анализ биоцидных препаратов и методов их придания тканям медицинского назначения. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – Москва – 2020. - №8. С. 152-156.

© Петрова А.Р., Плеханова С.В., 2021

УДК 685.348

ОБЗОР МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ ДЛЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

OVERVIEW OF MEDICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ORTHOPEDIC FOOTWEAR FOR PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Печенина А.В., Лапина Т.С., Белова Л.А., Заушицына Е.В.
Новосибирский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск

Diabetes mellitus is an endocrine disease caused by lack of the hormone insulin in the body or its low biological activity. It is characterized by violation of all types of metabolism, impaired blood circulation in large and small vessels, and it manifests by hyperglycemia [1].

According to statistics, 7% of the world's population suffers from this disease. According to the "Register of Diabetes Mellitus of the Russian Federation" at the beginning of 2020, the number of patients in Russia was 5.15 million people (this is about 3.5% of the population of Russia) [2].

There are two types of diabetes mellitus - insulin-dependent (type I) and insulin-independent (type II). The most common type is diabetes mellitus. Therefore, this type of the disease increases the risk of premature disability, since the ability of patients to regenerate tissues is impaired. This is caused by circulatory failure, which prevents sufficient blood flow to the limbs [3]. The vasoconstriction and numerous injuries in leg capillaries make them fragile and provoke emergence of a diabetic foot, so worsening the quality of life. Progressive atherosclerosis leads to ischemia and blood clots.

The social significance of the problem is explained by the fact that diabetes mellitus can lead to the complication of "diabetic foot", which increases the risk of premature disability.

As a result, it becomes obvious that people with diabetes are often unable to wear regular shoes. So, there is a necessity to use the special footwear that provides not only comfort and convenience, but safeness.

In this article, the requirements for orthopedic shoes for the patients with diabetes mellitus are considered.

According to pathologies and risks of developing the diabetic foot syndrome, footwear of different complexity is used.

The blank of the upper shoe should not prevent free movement of the ankle, injure the ankles and it should provide comfortable and secure fixation of the foot. Shoes should be fixed on the foot securely, at the same time adapting to changes

of the foot shape while walking. In order to achieve this, the upper of the shoe must "bandage" the foot in the tarsus and metatarsus and provide freedom to positioning of the toes. Footwear with such fixing elements as belts with buckles and zippers is unacceptable for the patients with diabetes mellitus, since they do not allow to adjust the the volume of shoes during the day and create over-compression of the foot.

Natural leather is traditionally used as the material for the top and lining. With the development of technology for the production of synthetic materials, which significantly surpass natural leather in extensibility (foamed latex) and cushioning ability (for the manufacture of insoles - siloprene, plastazot), the need for the use of natural leather has decreased. Natural materials, in contrast to synthetic ones, have low hygienic properties. The space inside the shoe becomes a fertile breeding ground for bacteria, resulting in extremely negative effects of wearing shoes. Thus, for the lining of shoes the modern certified synthetic materials with antimicrobial impregnation should be used in order to maintain hygienic footwear cleanliness. For patients with neuropathy, the lining of shoes can be made of materials obtained from three-dimensional thermal bonding fibers, which have the best thermal insulation properties.

The soles of shoes for patients with diabetes mellitus must be thick enough, firm, tough, and as inflexible as possible. For patients with loss of sensitivity, soft-soled shoes can become a provoking risk factor and lead to injuries to the foot, which can lead to serious consequences. The foot must be properly protected from injuring while walking and have a high amortization capacity. The soles are made of materials in accordance with the recommendations for their seasonal use.

Also for all groups of foot deformations that entail dysfunction of the ankle joint, it is necessary to think of a special bend (foot roll) for comfortable movement in shoes with a rigid sole.

As a result, we have compiled general recommendations for the production of orthopedic shoes for patients with diabetic foot syndrome:

1. The shoes must have a closed toe and heel;
2. The height of the tibia must be at least 0.41L in order to fix the ankle joint;
3. The front line of the tibia should not fall on the heads of the metatarsal bones;
4. In order to prevent injury, the sole must be rigid, unbending, have a pronounced tread pattern for better grip and rolls in the toe and heel parts;
5. Soft edging is required;
6. Shoes must be equipped with elements that allow fixing the foot in the tarsus, metatarsus and ankle joint;
7. Modern synthetic materials with antibacterial impregnation are proper for lining;

8. The seams connecting the parts of the shoe upper should not be in the area of the metatarsophalangeal joints and on painful areas with soft tissue disorders. There should be no seams on the lining.

Taking into account all the requirements in Figure 1, sketches of orthopedic shoes collection for patients with a complication of diabetic foot syndrome are presented.

Figure 1 – Collection of orthopedic shoes for people with diabetes

These models are suitable for the males and females of different age groups. Besides the medical requirements, these models meet modern fashion trends, which proves that such an item of technical rehabilitation aids as footwear can be stylish and modern.

Список использованных источников:

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой (7-й выпуск)]: Клинические рекомендации. – Москва, 2015 г. – с. 10.

2. Федеральный регистр больных сахарным диабетом: Регистр сахарного диабета [Электронный ресурс]. – URL: http://diaregistry.ru/ (Дата обращения 04.12.2020).

3. Аметов А. С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 278 с.

© Печенина А.В., Лапина Т.С., Белова Л.А., Заушицына Е.В., 2021

УДК 677.017

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕДИЦИНСКИХ МАРЛЕВЫХ БИНТОВ

Предеина О.А., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время, несмотря на разнообразие имеющихся на рынке бинтов и других перевязочных средств, марлевые бинты сохраняют актуальность. Это обусловлено универсальностью данного перевязочного средства: марлевый бинт позволяет остановить кровотечение, или наложить повязку с лекарственным средством, или зафиксировать шину, и др., а также из него можно изготовить салфетку. Поэтому марлевые бинты очень

полезны как компоненты, например, домашних, автомобильных и туристических аптечек.

Вместе с тем потребители отмечают недостатки отдельных артикулов марлевых бинтов. Путем опроса туристов, имеющих опыт оказания первой помощи в различных условиях, были выявлены наиболее существенные из этих недостатков. После каждого из изложенных ниже недостатков в соответствии с [1] приводится показатель качества, должный уровень которого позволяет предотвратить соответствующее негативное явление.

1. В некоторых бинтах нити расположены очень редко, между ними есть большие промежутки, так что для защиты раны от внешних факторов приходится накладывать очень много слоев бинта. Это увеличивает расход бинта и время перевязки. Данное явление можно связать с низкими линейной или поверхностной плотностью, или поверхностным заполнением.

2. Нити, особенно идущие поперек бинта, могут быть расположены неравномерно, в результате чего повязка вызывает неравномерное давление на рану. Это характеризуется высоким коэффициентом вариации по плотности по утку.

3. Бинт имеет непостоянную ширину, так что при наложении повязки возникают технические трудности по причине непредсказуемости очередного участка бинта. Кроме того, в местах сужения высока вероятность нарушения структуры бинта. Этот недостаток можно характеризовать коэффициентом вариации по ширине.

4. Бинт имеет ширину или длину, меньшие, чем обозначено на упаковке, что не позволяет прогнозировать его расход и усложняет процесс первой помощи. Для характеристики данного явления можно предложить показатель отклонения ширины или длины от номинального значения.

5. Бинт непрочен и рвется при натяжении, так что невозможно использовать его для наложения давящей повязки. Данное свойство определяется низкой разрывной нагрузкой.

6. При разматывании бинта с его краев выпадают отдельные нити основы. При этом они образуют «колечки» и перепутываются. Это усложняет и резко замедляет процесс разматывания бинта, что может быть критично, например, при остановке кровотечения или наложении шины. Такое явление присуще материалам с высокой осыпаемостью.

7. Бинт активно впитывает всю кровь, не оставляя на ране кровяных клеток, так что на ране крайне медленно и плохо образуется сгусток, необходимый для формирования струпа, под которым она заживет. Это связано со слишком высоким водопоглощением.

8. Бинт плохо впитывает жидкую часть крови. Учитывая предыдущий пункт, это можно объяснить низкой капиллярностью.

Таким образом, можно считать важными следующие показатели качества.

Позитивные: линейная или поверхностная плотность, поверхностное заполнение, разрывная нагрузка, капиллярность.

Негативные: отклонение ширины и длины от номинальных значений, коэффициенты вариации по ширине и плотности по утку, осыпаемость, водопоглощение.

Все перечисленные показатели определялись в работе по стандартным и типовым методикам [1].

Для исследования значимости этих показателей были отобраны 10 образцов бинтов, которые достаточно давно применяются в походных условиях. На основе этого опыта туристы дали оценку каждого из бинтов в баллах по шкале от 1 до 5 баллов.

Сопоставление результатов испытаний и оценки туристов позволило сделать следующие выводы.

Бинт 1 имеет высокое водопоглощение, непрочен, т.к. имеет разреженную структуру, и легко осыпается. Оценка потребителя: 1 балл.

Бинт 2 похож на бинт 1, но его недостатки выражены несколько меньше. Оценка потребителя: 2 балла.

Бинт 3 отличается от предыдущих образцов более низким водопоглощением, но повышенными коэффициентами вариации. Оценка: 2 балла.

Бинт 4 похож на бинт 2, отличаясь от него пониженными осыпаемостью и водопоглощением. Он получил промежуточную оценку между 2 и 3 баллами.

При испытаниях бинта 5 не были обнаружены высокие или низкие результаты по какому-либо показателю. Этот бинт был оценен потребителем на 3 балла.

Бинт 6 отличается низкими поверхностной плотностью и разрывной нагрузкой. Это частично компенсируется высокой капиллярностью, что объясняет потребительскую оценку в 3 балла.

Бинт 7, имеющий промежуточную оценку между 3 и 4 баллами, сравнительно плотен, имеет пониженную осыпаемость и неравномерность, но высокое водопоглощение.

Бинт 8 характеризуется низкими коэффициентами вариации и водопоглощением при высокой прочности. Но его поверхностная плотность и капиллярность несколько ниже, чем у некоторых других бинтов, а осыпаемость – выше. Это соответствует потребительской оценке, промежуточной между 4 и 5 баллами.

Бинты 9 и 10 достаточно плотные, прочные, их осыпаемость низкая. Потребительская оценка обоих бинтов – 5 баллов.

Для установления сравнительной значимости перечисленных показателей был проведен корреляционный анализ по методике [2], предусматривающей расчет коэффициента корреляции и его погрешности. Определялась корреляция между потребительской оценкой, данной в баллах, и результатами испытаний по каждому из перечисленных показателей качества. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа

Наименование показателя	Коэффициент корреляции	Погрешность коэффициента корреляции
Отклонение ширины от номинального значения, %	0,35	0,29
Отклонение длины от номинального значения, %	0,34	0,30
Поверхностная плотность, г/м^2	0,62	0,20
Линейная плотность, г/м	0,34	0,30
Поверхностное заполнение, %	0,69	0,17
Коэффициент вариации по ширине, %	–0,17	0,32
Коэффициент вариации по плотности по утку	–0,05	0,33
Разрывная нагрузка, Н	0,47	0,26
Осыпаемость, мм	–0,81	0,11
Водопоглощение, %	–0,31	0,30
Капиллярность, мм	0,40	0,28

Из данных, приведенных в таблице, можно сделать следующие выводы.

Обнаружена значимая положительная корреляция между потребительской оценкой, с одной стороны, и поверхностной плотностью и поверхностным заполнением – с другой.

Наблюдается значимая отрицательная корреляция между потребительской оценкой и осыпаемостью бинтов.

Таким образом, с точки зрения потребителя, наиболее полно поведение бинтов определяется названными тремя показателями.

Результаты соответствующих испытаний, которые, в соответствии с изложенными выше наблюдениями, дополнены разрывной нагрузкой, приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 можно сделать вывод, что с точки зрения потребителя рекомендуемые значения названных показателей ориентировочно таковы:

поверхностная плотность не менее 29 г/м^2;

поверхностное заполнение не менее 26%;

разрывная нагрузка не менее 95-100 Н;

осыпаемость не более 9-10 мм.

После дополнительного корреляционного анализа было установлено, что имеют место как значимая положительная корреляция между поверхностной плотностью и поверхностным заполнением, так значимая

отрицательная корреляция между поверхностной плотностью и осыпаемостью.

Таблица 2 – Характеристики важнейших показателей качества бинтов

Обозначение бинта	Оценка, балл	Поверхностная плотность, г/м^2	Поверхностное заполнение, %	Разрывная нагрузка, Н	Осыпаемость, мм
Бинт 1	1	26,3	22,6	92	18
Бинт 2	2	26,8	23,6	96	16
Бинт 3	2	23,9	21,2	86	18
Бинт 4	2-3	31,6	27,0	86	6
Бинт 5	3	33,7	27,2	91	9
Бинт 6	3	24,1	21,1	62	11
Бинт 7	3-4	32,3	27,8	90	6
Бинт 8	4-5	28,9	26,0	116	10
Бинт 9	5	32,7	27,9	103	3
Бинт 10	5	34,1	28,7	101	5

Следовательно, нет прямой необходимости проводить испытания всех четырех показателей качества. Например, можно отказаться от определения поверхностного заполнения, т.к. оно достаточно трудоемко, а поверхностная плотность и поверхностное заполнение являются характеристиками структуры. А исследование осыпаемости все же представляется целесообразным, поскольку наличие корреляционной связи еще не гарантирует физическую связь этих показателей. Т.е. для бинтов, которые в работе не исследовались, такая связь может отсутствовать.

Отметим, что, по данным табл. 1, разрывная нагрузка, водопоглощение, капиллярность, коэффициенты вариации и отклонения размеров бинта от номинальных влияют на результаты оценки качества крайне опосредованно. Недостаточная величина любого из этих показателей может быть компенсирована хорошими результатами определения других свойств. Т.е. некоторые из исследованных бинтов фактически имеют сравнительно узкую область применения. Например, бинты 5, 7 и 10 могут быть рекомендованы для изготовления давящих повязок, бинты 1, 3 и 6 – для повязок, впитывающих отделяемое (фактически как замена салфеток) и др. Хорошим универсальным бинтом представляется только бинт 9.

По результатам проведенной работы можно дать следующие рекомендации.

При оценке качества бинтов первостепенное внимание следует уделять поверхностной плотности, разрывной нагрузке и осыпаемости.

Покупателям следует учитывать наиболее вероятное применение приобретаемых бинтов.

Производителям бинтов следует обратить внимание не только на устранение недостатков, но и на получение достаточно сбалансированного сочетания свойств продукции.

Целесообразны разработка и установление нормы показателя осыпаемости бинтов.

Список использованных источников:

1. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение : учебное пособие для вузов / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. – М. : КолосС, 2011. – 360 с. – (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений)

2. Кирюхин, С.М. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов: учебное пособие / С.М. Кирюхин, С.В. Плеханова, Е.Б. Демократова. – М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – 184 с.

© Предеина О.А., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М., 2021

УДК 66.094.940

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО ПЛАСТИКА И ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

Саерова К.В., Сафин Р.Р., Ефремов Д.Г., Мухаметзянов Ш.Р.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Переход от отраслей, основанных на ископаемом топливе, к биоэкономике, создает растущий спрос на химические вещества, материалы и топливо на биологической основе в качестве устойчивых и возобновляемых альтернатив. Одним из возможных источников являются моносахариды из древесины.

Лигноцеллюлозная биомасса, как правило, является несъедобным растительным материалом. Это самый богатый возобновляемый ресурс на земле, который доступен круглый год. Примечательно, что древесину можно устойчиво заготавливать из сертифицированных лесов. В северных странах ежегодно выращивается больше леса, чем собирается.

По сравнению с другим лигноцеллюлозным сырьем, таким как солома, древесное сырье обладает наибольшим потенциалом для замены ископаемых соединений в химической промышленности.

Переработка отходов деревообработки является важной составляющей частью деревоперерабатывающей промышленности, ведь польза от древесины может быть не только до её обработки, но и после. Благодаря большому содержанию органических веществ в древесной биомассе, а именно целлюлозе, лигнину и гемицеллюлозе, которые входят в состав клеточных стенок, она полезна и может подвергаться дальнейшей обработке, например, её можно использовать для производства древесно-полимерных композитов (ДПК).

Для получения биологически разлагаемого ДПК необходимо смешать древесные опилки, а именно лигнин, полученный при помощи кислотного гидролиза древесной биомассы и биоразлагаемый полимер. Нами был приобретён полимер полигидроксиалканоат (ПГА) – это биоразрушаемый полимер гидроксипроизводственных алкановых кислот, а также получены опилки из сосновых брусков.

Благодаря хорошим свойствам при гидролизе, сосна – более подходящая порода древесины. Поэтому, для гидролиза использовался измельчённый высушенный сосновый опил и полученная лабораторным путём сернистая кислота.

Гидролиз в кислотной среде осуществлялся на установке с тепловым аккумулятором, на котором происходит периодичная загрузка сырья. Опилки засыпали в капсулы, изготовленные из нержавеющей стали объёмом 30 мл, которые впоследствии помещаются в тепловой аккумулятор. Нагрев капсул происходит при помощи нагревательного элемента.

Предварительную обработку растительного сырья осуществляли разбавленной сернистой кислотой в диапазоне температур 160-250°С на следующих установках: гидролизер капсульного типа с металлическим тепловым аккумулятором с периодической загрузкой сырья, разработанных на кафедре химической кибернетики ФГБОУ ВПО «КНИТУ» (рис. 1) [1]. Лабораторная установка с тепловым аккумулятором предназначена для работы в диапазоне температур от 100°С до 250°С при избыточном давлении 0-1,2 МПа. 38 Обрабатываемое сырье загружали в капсулы, выполненные из нержавеющей стали 12Х18Н10Т объемом 30 мл, вставляемые в ячейки теплового аккумулятора. Давление в гидролизере измеряли манометром ДМ90 (0-2,5 МПа). Регулирование температуры осуществляли измерителемрегулятором ТРМ 210. Объект исследования взвешивали на аналитических весах. Навески сырья помещали в просушенные капсулы, куда под тягой доливали расчетные количества воды и раствора сернистой кислоты. Общая масса загрузки каждой капсулы составляла 15-30 г.

Рисунок 1 – Гидролизер капсульного типа с металлическим тепловым

Экспериментально было установлено, что опорный цилиндр должен быть нагрет на 15˚С выше, чем рабочая температура гидролиза. После завершения предварительного нагрева, установка терморегулятора

перенастраивается на рабочую температуру гидролиза и гидролизер опускается в опорный нагревательный цилиндр. Процесс гидролиза продолжается в течение заданного промежутка времени, после чего капсула извлекается из опорного цилиндра с помощью специального захвата и немедленно погружают в емкость с холодной водой. Содержимое капсулы разделяли центрифугированием на лабораторной автоматической центрифуге с охлаждением Rotina 380R (Германия) при скорости вращения ротора 2000 об/мин в течение 15 минут. В полученной жидкой фракции, содержащей углеводы, определяли содержание редуцирующих веществ, моносахаридный состав.

В работе использовали биоразлагаемый полимер ПГА и лигнин, полученный гидролизным способом в лаборатории инженерных проблем биотехнологии. Моделирование процесса переработки полимерных материалов осуществляли в лаборатории по получению композиционных материалов на пластификатре Пластикордер PLE 331 (Brabender, Германия) (рис. 2) в течение 10 мин при нагрузке 200 Н.

Рисунок 2 – Пластикордер PLE 331

В пластикордер засыпали 40 гр материалов, в отношении 30:70 лигнина и ПГА соответственно. Температура в камере смешения варьировалась от 160 до 180°С. Пластикордер типа PLD-331 и PLD-651 фирмы «Брабендер» представляет собой управляемый микропроцессором крутильный пластометр, непрерывно фиксирующий изменение крутящего момента на валу роторов и температуру материала в испытательной камере. Он моделирует резиносмеситель закрытого типа [3, 4, 5] и позволяет исследовать процессы пластикации каучуков и приготовления резиновых смесей. Однако, в отличие от обычного резиносмесителя, роторы в пластикордере не сцеплены друг с другом и вращаются с разной частотой. Температура смесительной камеры и частота вращения роторов могут меняться от 50 до 200°С и от 0 до 200 об/мин соответственно. Это позволяет испытывать материалы в широком диапазоне скоростей сдвига.

Пластикордер позволяет получить смесь биоразлагаемого полимера и лигнина, которая в дальнейшем подвергается вальцеванию на лабораторных вальцах UBL-6175 A (рис. 3)

Рисунок 3 – Лабораторные вальцы UBL-6175 A

Вальцевание происходит с целью получения гладкого пласта однородной смеси древесно-полимерного композита. Для этого между вальцами задаётся расстояние, необходимое для получения пласта. В нашем случае это 5 мм. Затем в камеру помещается смесь ДПКт, полученная на пластикордере. После получения равномерного пласта, композит подвергается ручному измельчению, с целью дальнейшей обработки на литьевой машине для изготовления образцов од давлением TSMA (рис.

Рисунок 4 – Устройство литьевой машины TSMA

Измельчённый композит загружается в цилиндр, температура которого задается и поддерживается с помощью цифрового контроллера при температуре 170˚С. Под давлением сжатого воздуха поршень инжектирует расплав композита в форму-вставку, которая размещается в инструментальном блоке. При этом сопло цилиндра автоматически совмещается с литниковым каналом инструментального блока. Инструментальный блок также снабжен нагревателем с цифровым контроллером температуры, обеспечивающим ее поддержание в диапазоне до 180°С. Когда образец затвердевает, инструментальный блок открывается с помощью эксцентрикового механизма, и вкладыш с готовым образцом извлекается из машины.

По завершении процедуры цилиндр, сопло и литниковый канал очищаются от остатков полимера с помощью специальных инструментов (входят в комплект поставки). Для более удобной загрузки гранул термопласта можно применять опциональный бункерный питатель.

Данная работа выполнялась при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-2246.2020.8).

Список использованных источников:

1. Саерова К.В., Ефремов Д.Г., Мосина В.А. Научные достижения в разработке биоразлагаемых материалов//В сборнике: СТУДЕНЧЕСКИЕ

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 30-32.

2. Илалова Г.Ф., Саерова К.В., Сафин Р.Р., Мухаметзянов Ш.Р., Сафиуллина А.Х. Исследование высокотемпературного гидролиза соснового опила сернистой кислотой с целью увеличения выхода редуцирующих веществ// Деревообрабатывающая промышленность. 2020. № 3. С. 71-80.

3. Саерова К.В., Илалова Г.Ф., Сафин Р.Р., Мухаметзянов Ш.Р., Сафиуллина А.Х Высокотемпературный гидролиз соснового опила сернистой кислотой с целью выявления концентрации редуцирующих веществ. Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2020. – № 57. С. 54-59.

© Саерова К.В., Сафин Р.Р., Ефремов Д.Г., Мухаметзянов Ш.Р., 2021

УДК 332.1

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЯ

Самиева Ш.Х., Рахматова Б.К.
Бухарский инженерно-технологический институт, Узбекистан
Бутко Т.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время, особенно в условиях рыночной экономики, одной из наиболее актуальных проблем, стоящих перед всеми предприятиями текстильной промышленности, является обеспечение населения качественной и удобной одеждой, повышение материального и культурного уровня жизни.

Текстильная промышленность имеет многовековую историю, основанную на переработке местного сырья: хлопкового волокна, шелка, кожи, каолина и др. Проход Великого Шелкового пути через Узбекистан, ремесло из хлопчатобумажных и шелковых тканей, изысканные национальные одежды были популярны во многих странах мира.

К настоящему времени легкая промышленность, осуществляющая экспорт по всему миру, имеет высокий рейтинг среди отраслей. Эта сфера включала в номенклатуру экспортируемых товаров широкую сеть товаров от прядильной пряжи до готовой продукции. В связи с этим экспортный потенциал отрасли занимает значительное место, направление его развития зависит от существующего стратегического инвестора, конъюнктуры

товаров на рынке, соответствия персонала требованиям экспортного производства.

Одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед текстильной промышленностью Узбекистана, является снижение затрат за счет технологического обновления сети, повышение качества выпускаемой продукции и расширение ее ассортимента, углубленный анализ вопросов развития экспорта готовой продукции и разработка необходимых мер.

По типу применения инновационных технологий в производстве текстиля продукцию можно разделить на две большие группы:

1. Текстиль, произведенный по нанотехнологии, как ей дано научное определение во многих источниках. Это значит произведенный по двум принципам: «сверху вниз» или «снизу вверх», т.е. дроблением субстрата (в широком смысле) до наноразмеров и формированием из наночастиц объемного нанопродукта или его самосборкой из наночастиц. В обоих случаях определение подразумевает, безусловно, строго организованную из наночастиц структуру нанопродукта и появление новых или существенное улучшение свойств материала. Под такие рафинированные требования попадает очень малая часть текстильных материалов. Такая же ситуация во многих областях науки и техники, исключением, пожалуй, является область электроники, т.е. наноэлектроника, откуда и берут начало нанотехнологии.

2. Текстиль, произведенный с использованием готовых наночастиц, предварительно полученных по нанотехнологии. Таких текстильных технологий и нанопродуктов достаточно много. В дальнейшем при изложении роли нанотехнологий в производстве текстиля мы будем указывать, к какому типу из двух относится эта продукция. Для потребителя же не имеет значения принципы получения продукта – важны его качества, новые функции, безопасность [3, с. 78].

Без волокон невозможно произвести ни один вид текстиля (ткань, трикотаж, нетканые материалы). Но традиционные и нановолокна также широко используют во многих видах композиционных материалов, где полимерную матрицу наполняют различными видами материалов в измельченной форме (от микро- до наноразмеров). Последние обеспечивают большую прочность композитов за счет существенного увеличения внешней поверхности и, как следствие, большей возможности проявления межмолекулярных сил сцепления между частицами наполнителя и макромолекулами матрицы (рис. 1).

Рисунок 1 – Нанотекстиль

Активное развитие науки и продвижение передовых технологий на современном этапе явилось основой для инновационного материаловедения и появления новой категории материалов – так называемых «умных тканей». Их особенность заключается в способности реагировать на перемену состояния окружающей среды, а также возможности изменять свои свойства в зависимости от внешних факторов.

«Умные» материалы комфортнее, чем традиционные: греют в мороз, охлаждают в жару и даже меняют размеры в зависимости от наружной температуры. В дизайне костюма и экспериментальном дизайне применение новых тканей способствует разработке уникальных многофункциональных объектов. «Умные материалы» иногда представляют собой целый программно-аппаратный комплекс из всевозможных сенсоров, миниатюрных компьютеров и исполнительных наноустройств. Внедрение инновационных технологий в разработку «умных» материалов, используемых в дизайне костюма, позволяет решить следующие задачи: обнаружение угрозы; нейтрализация угрозы; автоматическая медицинская помощь; маскировка; увеличение производительности человеческого труда; уменьшение логистической нагрузки [1, с. 11].

Текстильная промышленность в мире достигла ряда достижений в направлении рационального использования ресурсосберегающих технологий, в связи с этим трикотажная отрасль уделяет особое внимание совершенствованию технологических процессов с целью достижения лидирующих позиций и эффективности производства, а также повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Сегодня развитие отношений между наукой и производством всегда связано с бурным развитием технического прогресса, объединяющего сегменты экономики.

Во всем мире для развития текстильной промышленности разрабатываются инновационные технологии для улучшения существующих, позволяющих использовать новейшие достижения современной науки и техники для текстильной промышленности. При разработке новых материалов и изделий требуется особое внимание уделять увеличению экспортного потенциала, сокращению потока импорта, экономии валютных средств и обеспечению растущей потребности населения.

В настоящее время в дизайне текстильных изделий уже применяются оптоволокно, молочный протеин, полимеры и многие другие нетрадиционные компоненты. Часто на поверхность материала рисунок наносится на искусственную или натуральную основу с помощью цифровых технологий.

Материалы с заданными свойствами, прежде всего, призваны обеспечивать комфорт и безопасность жизнедеятельности человека, и в то

же время позволяют добиваться новых художественных эффектов при проектировании дизайнерских объектов. Подобный результат достигается за счет использования необычных свойств самих материалов и разработки новых принципов их модификации, а также появления нетрадиционных приёмов формообразования.

В 2008 году во Франции близ Парижа была создана ещё одна компания-лидер в области разработки светящихся материалов и тканей. Со дня основания она получила наименование Lumi Gram. Спектр выпускаемой компанией продукции весьма широк: сюда входит одежда, домашний текстиль, декоративные ткани для оформления интерьера и т.д. Предметом гордости компании является ткань, выпускаемая по оригинальной технологии Luminous fabric (Светящаяся ткань). При дневном освещении Luminous fabric принимает стандартный облик. В момент, когда освещение уменьшается, полноценно проявляются декоративные свойства этой необычной ткани. Данный эффект основан на сочетании стандартных нитей и оптоволокна. Световые эффекты осуществляются с помощью светодиодов, работающих от миниатюрных контроллеров и чипов. Система включает и выключает режим свечения, а также меняет его интенсивность и цвет. Электроэнергию ткань получает благодаря сменным компактным батареям U-3-5B, их мощности хватает как минимум на 12 часов непрерывной работы. Производители гарантируют разработчикам непрерывную продолжительность эксплуатации LED в течение 50,0 тыс. часов.

Проведя ряд модификаций, можно предложить легкую волоконно-оптическую ткань с использованием технологии Luminous fabric, а из этой ткани изготовить следующие изделия:

одежда для элегантных и торжественных церемоний (это платье имеет свойство менять свой цвет по-разному);

аксессуары (блестящие сумки, украшения);

ткани, используемые в отделке интерьера;

спецодежда на заказ, конструктивные элементы промышленной одежды и применяемые материалы, спасательные катера, автономные системы аварийного освещения и сигнализации;

предупреждение, индикация и другие световые знаки.

Технология Luminous fabric позволяет ткани равномерно и мягко светиться в темноте, что делает материал привлекательным для дизайнеров костюма и интерьера. Изделия можно целиком кроить из светящейся ткани, или монтировать свето волокно в виде фрагментов, при этом композитный материал легко стирается и чистится, что немаловажно при его интенсивной эксплуатации.

Активное применение в творческом процессе научно-технических достижений позволяет быстро адаптировать наиболее яркие

художественные решения в области инновационного текстиля для их использования при создании изделий массового спроса [1, с. 149].

Список использованных источников:

1. Папова В.В. Инновационный текстиль. Принципы формаобразования [Текст]: дис. канд. искусствоведения: 17.00.06: защищена 22.12.2017 / Папова Виолетта Вячеславовна. – М., 2017. - 161 с.

2. Бост Ф., Кросетто Г. Инновационный текстиль и активные материал. – 2014. С. 22-33.

3. Самиева Ш.Х., Джураева Т.С., Асадова С.С. Инновационные технологии в швейной промышленности. Учебник. – Бухара, 2020. -256 с.

4. Самиева Ш.Х., Бутко Т.В. Аспекты кастомизации швейной продукции Вестник молодых ученых Санкт-петербургского государственного университета технологии и дизайна. Периодический научный журнал. Россия, Санкт-петербург. 2020.С. 109-114.

© Самиева Ш.Х., Рахматова Б.К., Бутко Т.В., 2021

УДК 677.017

ВЫБОР НОМЕНКЛАТУРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ ТОВАРОВЕДА

Скворцова Д.М., Ермакова В.Д., Плеханова С.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Товароведы – специалисты, обеспечивающие продвижение товаров от изготовителей до потребителей с учетом основополагающих характеристик товаров, а также запросов потребителей.

Требования к профессиональной компетентности товароведа регламентируются ГОСТ Р 51305 Услуги торговли. Требования к персоналу, Единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС), Тарифно-квалификационными характеристиками (требованиями) по общеотраслевым должностям служащих.

На базе анализа нормативной документации был составлен перечень показателей качества профессионального уровня товароведа, который включал три подгруппы показателей [1]:

уровень профессиональной подготовки и квалификации;

способность к руководству (для руководителей организаций и предприятий, менеджеров и др.);

знание и соблюдение профессиональной этики поведения.

Экспертный опрос был проведен среди обучающихся ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий профиль Экспертиза и товароведение изделий текстильной и легкой промышленности 4-го и 3-го курсов. Опрос проводился при неограниченном числе показателей качества [2].

Анализ результатов экспертного опроса среди обучающихся установил следующее. Согласованность мнений экспертов по коэффициенту конкордации W для 4-го курса составила 0,71, для 3-го курса – 0,61, что с вероятностью 0,95 говорит о хорошей согласованности [2]. Определяющие показатели качества (ОПК) и коэффициенты значимости по результатам опроса представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Сводная таблица коэффициентов значимости определяющих показателей качества профессионального уровня товароведа

Показатели качества	Коэффициенты весомости ОПК (обучающиеся 4-го курса)	Коэффициенты весомости ОПК (обучающиеся 3-го курса)
Наличие высшего или среднего специального образования (X1)	0,23	0,20
Уровень знаний, умений, профессиональных навыков (X3)	0,25	0,25
Знание и соблюдение законодательных, нормативных документов, касающихся проф. деятельности (X5)	0,23	0,15
Коммуникабельность (X8)	0,14	-
Ответственность (X9)	0,15	0,23
Честность (X12)	-	0,17

Анализ полученных данных показал, что в номенклатуру определяющих показателей качества эксперты 4-го и эксперты 3-го курсов единодушно включили следующие показатели: наличие высшего или среднего образования; уровень знаний, умений, профессиональных навыков; знание и соблюдение законодательных, нормативных документов, касающихся проф. деятельности; ответственность. Однако перечисленные показатели имеют различные ранговые оценки. Кроме того, эксперты 4-го курса в число приоритетных включили коммуникабельность, а обучающиеся 3-го курса – честность.

В работе была проведена согласованность мнений экспертов по отдельным показателям по величине среднего квадратического отклонения [2, 3]. Для экспертов 4-го курса хорошая согласованность отмечается у показателей: уровень знаний, умений, профессиональных навыков; знание и соблюдение законодательных, нормативных документов, касающихся проф. деятельности; опрятный внешний вид. Низкая согласованность – у показателей: ответственность; опыт работы. Для экспертов 3-го курса хорошая согласованность – у показателей: уровень знаний, умений,

профессиональных навыков; ответственность. Низкая согласованность – у показателей: опрятный внешний вид и уровень (рейтинг) учебного заведения.

Для получения более достоверной информации проверено: насколько совпадают между собой оценки весомости, даваемые различными группами экспертов [4].

Для оценки степени согласованности мнений групп экспертов применялся коэффициент ранговой корреляции.

При оценке согласованности мнений экспертов 3 и 4 курсов по ранжированию показателей качества (по средним значениям рангов) получили следующее значение коэффициента ранговой корреляции – 0,85. Значительная величина коэффициента ранговой корреляции подтверждает хорошую согласованность между различными группами экспертов [3, 4]. Таким образом, специальный опрос, проведенный среди групп специалистов, показал схожесть во взглядах.

Аналогичная оценка была проведена по согласованности мнений экспертов по коэффициентам значимости показателей качества. Такая оценка проводилась по величине коэффициента парной корреляции r. В результате подсчетов r=0,75.

Высокая согласованность мнений между различными группами экспертов получилась при сравнении средних значений рангов и значений коэффициентов весомостей показателей качества. При высокой согласованности мнений экспертов принимаем среднее арифметическое значение коэффициентов значимости (табл. 2).

Таблица 2 – Средние значения коэффициентов значимости показателей качества профессионального уровня товароведа

Показатели качества	Коэффициенты значимости	Скорректированные коэффициенты значимости
Наличие высшего или среднего специального образования	0,125	0,26
Уровень (рейтинг) учебного заведения	0,035	-
Уровень знаний, умений, профессиональных навыков	0,145	0,30
Опыт работы	0,075	-
Знание и соблюдение законодательных, нормативных документов, касающихся проф. деятельности	0,110	0,22
Умение организовать работу персонала	0,070	-
Умение обеспечить доброжелательную атмосферу в коллективе	0,050	-
Коммуникабельность	0,070	-
Ответственность	0,110	0,22
Владение навыками делового общения	0,045	-
Объективность	0,065	-
Честность	0,070	-
Опрятный внешний вид	0,030	-

Номенклатура определяющих показателей качества профессионального уровня товароведа с точки зрения обучающихся по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий профиль Экспертиза и товароведение изделий текстильной и легкой промышленности 4-го и 3-го курсов включает следующие показатели: уровень знаний, умений, профессиональных навыков; наличие высшего или среднего образования; знание и соблюдение законодательных, нормативных документов, касающихся проф. деятельности; ответственность.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 51305 Услуги торговли. Требования к персоналу.

2. Кирюхин С.М., Плеханова С.В. Особенности оценки качества текстильных материалов. // Дизайн и технологии. – 2017. – № 60 (102) – С. 61-69.

3. Кирюхин С.М., Плеханова С.В. Экспертные методы при оценке качества тканей. // Дизайн и технологии. – 2019. – № 71 (113) – С. 63-70.

4. Пурынов И.С., Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Виноградова Н.А. Количество и качество экспертов при выборе определяющих показателей инновационных материалов. // Сборник материалов Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020)». – Москва – 2020. – С. 36-38.

© Скворцова Д.М., Ермакова В.Д., Плеханова С.В., 2021

УДК 677.017

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕРЧАТОК С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Смирнова А.В., Мязина А.И., Буланов Я.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Перчатки с полимерным покрытием производят из текстиля и покрывают слоями полимеров вроде полиуретана, нитрила, латекса и ПВХ. Как правило, такие перчатки используются на производстве при работе со смазочными материалами или нефтепродуктами, на стройках и в дорожном строительстве, при погрузочно-разгрузочных работах на складе, в хозяйственной работе и саду.

Перчатки с полимерным покрытием надежно защищают руки от механических воздействий, химических ожогов щелочей, нефтепродуктов, проколов и сильной грязи.

Производят такие перчатки путём погружение трикотажной основы в полимерный материал. В зависимости от области применения можно использовать не полное и полное покрытие перчатки обливом. Также перчатки с полимерным покрытием отличаются самим полимерным покрытием и количеством слоёв, соответственно, чем больше покрытий слоёв, тем более износостойкая перчатка к факторам внешней среды.

В качестве объектов исследования были выбраны 6 образцов перчаток с полимерным покрытием [1]. Образцы выдерживались в течение недели в машинном масле и бензине. После воздействия нефтепродуктов проводились измерения механических свойств.

Результаты определения поверхностной плотности и толщины перчаток приведены в табл. 1

Таблица 1 – Поверхностная плотность перчаток, г/м^2

№ образца	Контрольные образцы	Масло машинное	Бензин
Поверхностная плотность перчаток, г/м^2			
1	613	1349	696
2	665	1343	641
3	464	1606	664
4	656	1688	712
5	654	1580	750
6	628	1620	704
Толщина образцов, мм			
1	1,42	1,30	1,27
2	1,34	1,36	1,31
3	1,26	1,52	1,42
4	1,24	1,41	1,38
5	1,35	1,46	1,44
6	1,36	1,40	1,51

Воздействие нефтепродуктов приводит к увеличению поверхностной плотности. Воздействие машинного масла приводит к значительному увеличению данного показателя, так как материал перчатки поглощает масло. Воздействие нефтепродуктов вызывает разрушение полимерного покрытия, что приводит к уменьшению толщины.

Разрывные характеристики определялись в соответствии с ГОСТ 19712 [2] на испытательной системе Инстрон серии 4411 (табл. 2).

Таблица 2 – Разрывные характеристики перчаток

№ образца	Без воздействий				Масло машинное				Бензин			
	Вдоль		Поперек		Вдоль		Поперек		Вдоль		Поперек	
	P,Н	Z,мм	P,Н	Z,мм	P,Н	Z,мм	P,Н	Z,мм	P,Н	Z,мм	P,Н	Z,мм
1	284	47	199	65	280	33	186	69	250	35	190	26
2	259	58	317	55	259	36	200	52	256	56	258	50
3	272	46	202	60	264	31	201	57	246	48	214	46
4	274	49	269	61	268	35	194	62	268	43	235	42
5	264	50	275	59	261	36	198	54	258	48	226	38
6	263	42	511	57	258	40	230	60	241	42	213	33

В табл. 2: P – разрывная нагрузка, Н; Z – разрывное удлинение, мм.

После воздействия машинного масла происходят незначительные изменения показателей прочности. Бензин оказывает более разрушающее воздействие на материал.

Нагрузку при прорезании однозаточенным ножом и усилие прокола образцов определялись на испытательной системе Инстрон серии 4411 с помощью специальных зажимов и инденторов. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Нагрузка при прорезании и усилие прокола образцов, Н

№ образца	Контрольные образцы	Масло машинное	Бензин
Нагрузка при прорезании, Н			
1	12,5	12,3	12,2
2	15,2	14,7	12,7
3	15,5	14,8	12,9
4	14,2	13,6	12,5
5	15,1	14,7	11,5
6	12,1	11,8	11,5
Усилие прокола, Н			
1	9,5	9,1	8,2
2	9,9	9,5	8,8
3	9,1	8,7	7,7
4	10,8	10,3	9,3
5	9,3	8,4	7,2
6	10,2	9,7	8,5

Геометрия насадок оказывает существенное влияние на антирокольные и антипрорезные характеристики.

При прочих равных условиях нагрузка при прорезании индентором в виде ножа имеет более высокие значения, чем у индентора в виде пики. Это связано с геометрией строения инденторов. Наличие одного режущего лезвия у ножа и большей площади поперечного сечения по сравнению с пикой приводит к увеличению нагрузки при прорезании.

При проколе индентор в виде пики практически не повреждает перчатку, так как наличие заточенного наконечника и малой площади поперечного сечения позволяет проколоть полимерное покрытие и раздвигать нити, не повреждая их, что значительно снижает усилие прокола, что по механике воздействия на ткань сильно отличает ее от воздействия при прорезании.

Воздействие нефтепродуктов практически не оказывает значительного влияния на стойкость к прорезанию и прокалыванию образцов.

Можно отметить, что наблюдается незначительное снижение показателей, что не окажет влияние на безопасность рабочих при выполнении функциональных обязанностей.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 12.4.246 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний»

2. ГОСТ 19712 «Изделия трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных»

© Смирнова А.В., Мязина А.И., Буланов Я.И., 2021

УДК 677.017

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Суккари А.Р., Курденкова А.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В качестве объектов исследования были выбраны ткани специального назначения. Данные ткани предназначены для изготовления одежды рабочих различных специальностей.

Для исследования изменения свойств специальных тканей были взяты 4 образца ткани, предназначенные для изготовления костюмов для защиты от общих производственных загрязнений. Структурные характеристики [1] приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Структурные характеристики тканей специального назначения

Наименование показателей	Баланс	Мастер	Спартак	Атлант
Условное обозначение	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4
Переплетение	саржа	саржа	саржа	саржа
Длина ткани L, мм	500	500	500	500
Масса ткани М, г	155	156	110	210
Ширина ткани В, мм	500	500	500	500
Поверхностная плотность ткани М1, г/м^2	250	250	240	305
Линейная плотность нитей основы То, текс	40,0	40,0	30,0	46,0
Линейная плотность нитей утка Ту, текс	44,0	44,0	38,6	54,6
Число нитей основы на 100 мм ткани По	260	260	380	450
Число нитей утка на 100 мм ткани Пу	200	200	224	236
Состав	ХЛ 80%, ПЭ 20%	ХЛ 100%	ХЛ 35%, ПЭ 65%	ХЛ 60 %, ПЭ 40 %

По табл. 1 можно сделать следующие выводы: наибольшей поверхностной плотностью обладает ткань 4, что связано с тем, что данный образец выработан из нитей с наибольшей линейной плотностью. Наименьшую поверхностную плотность имеет ткань 3, выработанная из нитей с наименьшей линейной плотностью. У всех тканей линейная

плотность нитей по основе больше, чем линейная плотность нитей по утку. У всех тканей плотность по основе выше, чем плотность по утку. Набольшую среднюю плотность имеет ткань 4, а наименьшую – ткань 1 и 2. Набольшее линейное заполнение по основе имеет ткань 4, выработанная с наибольшей плотностью по основе, а также имеет наибольшее заполнение по утку, так как она выработана из нитей с наибольшим диаметром. Наибольшее поверхностное заполнение имеет ткань 4, а наименьшее – ткань 3, так как она выработана из нитей с наименьшей линейной плотностью. Наибольшее объемное заполнение имеет ткань 4, а наименьшее – ткань 1 и 2. Наибольшую общую пористость имеет ткань 4, так как она имеет наименьшее заполнение по массе ткани, а наименьшую – ткань 1 и 2.

В табл. 2 приведены результаты определения изменения линейных размеров после многократных стирок. Стирки проводились по стандартным методикам [1].

Таблица 2 – Результаты определения линейных размеров

Номер ткани	Толщина образцов до стирок, мм	Толщина образцов после стирок, мм	Линейная усадка по основе, %	Линейная усадка по утку, %
1 стирки				
1	0,48	0,48	-2,6	-1,1
2	0,49	0,53	-3,0	-1,6
3	0,63	0,63	-1,0	-0,6
4	0,45	0,45	-1,9	-1,4
5 стирок				
1	0,48	0,49	-3,0	-1,4
2	0,49	0,56	-3,6	-2,0
3	0,63	0,65	-1,3	-0,8
4	0,45	0,46	-2,4	-1,9
10 стирок				
1	0,48	0,49	-3,6	-2,1
2	0,49	0,57	-4,4	-2,9
3	0,63	0,66	-1,7	-1,1
4	0,45	0,46	-2,9	-2,6

По результатам расчета усадки, можно сделать вывод, что наибольшей усадкой обладает ткань 2, выработанная из 100% хлопка, а наименьшей – ткань 3, выработанная с большим содержанием полиэфира. Все ткани соответствуют нормам ГОСТ 11209 [2].

Устойчивость окраски к стиркам исследуемых образцов определяется по ГОСТ 9733.0, ГОСТ 9733.4. Нормы представлены в ГОСТ 12930 [3-5]. После 10 стирок образцы становятся не пригодными к использованию по колористическому оформлению

Механические свойства текстильных полотен определяются в соответствии с ГОСТ 3813 [5]. Испытания проводились на разрывной

машине Инстрон. Универсальная испытательная система «Инстрон» серии 4411 состоит из нагрузочного модуля, пульта управления, обеспечивающего выполнения калибровки, настройки и управления тестом. Механические свойства тканей исследуемых образцов представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Механические свойства тканей специального назначения

Наименование показателя	Ткань 1		Ткань 2		Ткань 3		Ткань 4	
	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
без стирок								
Разрывная нагрузка Рр, Н	1130	749	967	676	983	909	1276	997
Раздирающая нагрузка Рр, Н	42,7	39,7	42,7	35,3	36,9	36,2	48,5	47,5
после 1 стирки								
Разрывная нагрузка Рр, Н	1034	684	701	650	705	787	932	715
Раздирающая нагрузка Рр, Н	41,5	35,5	39,6	34,8	34,0	34,9	43,6	42,0
после 5 стирок								
Разрывная нагрузка Рр, Н	1072	687	890	611	913	777	1118	732,9
Раздирающая нагрузка Рр, Н	39,5	34,5	35,8	32,8	33,0	32,2	40,5	34,4
после 10 стирок								
Разрывная нагрузка Рр, Н	966	496	404	429	785	585	1005	681
Раздирающая нагрузка Рр, Н	37,2	36,5	36,0	29,6	34,8	29,0	39,3	32,2

Из табл. 3 видно, что с увеличением количества стирок разрывная нагрузка и разрывное удлинение снижаются. Разрывная нагрузка по основе имеет более высокие значения, чем по утку. Наибольшей разрывной нагрузкой по основе обладает ткань 4, выработанная из хлопко-полиэфирной пряжи. Наименьшую разрывную нагрузку по основе имеет ткань 2, выработанная из хлопчатобумажной пряжи. Разрывная нагрузка по утку у ткани 4 является наибольшей, так как она выработана с наибольшей плотностью по утку, наименьшая разрывная нагрузка у ткани 2. Указанные выше закономерности частично сохраняются и после многократных стирок.

С увеличением количества стирок раздирающая нагрузка снижаются. Раздирающая нагрузка по основе имеет более высокие значения, чем по утку. Наибольшей раздирающей нагрузкой обладает ткань 4. Наименьшую раздирающую нагрузку по основе имеет ткань 2. Указанные выше закономерности частично сохраняются и после многократных стирок.

Можно отметить, что все ткани, кроме ткани 4, соответствуют норме.

Список использованных источников:

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение: М.: КолосС, 2011.- 360 с.

2. ГОСТ 11209 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования»

3. ГОСТ 9733.0 «Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям»

4. ГОСТ 9733.4 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к стиркам»

5. ГОСТ 3813 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»

© Суккари А.Р., Курденкова А.В., 2021

УДК 658.511

КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Логинова И.В., Токарева Е.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

Как такового, понятия «управление качеством» не существовало еще даже в середине прошлого столетия, но нельзя сказать, что до этого времени качеством не управляли. Конечно же, управляли, редко сознательно, обычно – при возникновении проблем. Поскольку основной целью была борьба с дефектами, то вместо управления качеством использовался контроль, а стандартные функции управления практически не использовались.

Даже сейчас в большинстве организаций сохраняется подход к управлению качеством, основанный на контроле, но жизнь обязывает преобразовать управление качеством в действительную управленческую деятельность, а не в способ борьбы с дефектами. И этот процесс все больше набирает силу. Так, уже с 50-х годов двадцатого века все больше обращается внимание на то, что качество следует обеспечивать на всех этапах жизненного цикла товара.

Актуальность данной статьи заключается в том, что качество – это авторитет фирмы, увеличение прибыли, рост процветания, поэтому работа по управлению качеством фирмы является важнейшим видом деятельности для всего персонала, от руководителя до конкретного исполнителя [3, с. 248].

Во многих странах, в том числе и в России, создана правовая основа управления качеством, которое стало объектом международной стандартизации. Стандарты ISO серии 9000 играют огромнейшую роль в формировании представления об управлении качеством. Развитые страны теперь готовят менеджеров по качеству, а национальные и международные общества по качеству связывают свою деятельность не только с контролем качества, а с качеством в целом. Но не зависимо от всего этого само понятие «управление качеством» до сих пор понимается смутно и неконкретно.

Например, в ГОСТ Р ИСО 9000–2008 термин «менеджмент», он же управление, определяется как «скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией», а термин «менеджмент качества» определяется как «скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству» [1]. Из данных определений можно сделать вывод, что управление качеством – это часть управления организацией в целом. А поскольку в стандарте нет информации о том, что подразумевается под «скоординированной деятельностью по руководству и контролю», то далеко не все менеджеры по качеству, да и вообще специалисты, занимающиеся управлением качеством, понимают, чем они управляют, как управляют и что в конечном итоге является объектом при управлении качеством.

Не секрет, что товары для повседневной жизни были самыми первыми объектами, качеством которых люди стали управлять. К этим товарам относятся одежда, продукты питания, ткани, предметы обихода, дома, дороги и т.д. Оценивалось и контролировалось мастерство работников. И в дальнейшем, чем больше использовалось машин, инструментов, приборов для производства продукции, тем больше также приходилось управлять их качеством. Все это привело к тому, что к концу двадцатого века объектом управление стало качество самого управления.

Но, несмотря на все, качество товара, по-прежнему, остается главным объектом управления, поскольку он является объектом договорных отношений, который имеет потребителя.

Управлять производственной деятельностью, качеством, внутренними факторами, воздействовать на их состояние невозможно нажимая на клавишу компьютера или педаль автомобиля. Здесь необходимы организация, планирование, анализ действий и контроль людей, которые выполняют процессы, влияют на них.

Помимо основного персонала организации, изготавливающего продукцию или оказывающего услугу, в производственном процессе принимают участия смежный персонал и организации, такие как: поставщики (поставляют расходуемые ресурсы); подрядчики (оказывают услуги и выполняют работы по поддержанию производственной инфраструктуры в надлежащем состоянии, участвуют в разработке и изготовлении продукции); дистрибьюторы (передача продукции потребителям). Деятельность смежного персонала также определяет фактический уровень качества продукции, работ, услуг, поэтому для менеджера организации наряду с собственным персоналом, действия менеджеров смежных организаций также является объектом управления.

Субъектами управления в производственной деятельности являются руководители разного уровня, такие как президент компании, директор, начальник и др. Для того, чтобы оказывать влияние на действия персонала

смежных организаций и собственного персонала, они отдают распоряжения и приказы. Субъекты управления выполняют обычные управленческие функции: планирование, организация, контроль, анализ и оценка действий персонала. Помимо названных, субъектами управления также являются специалисты, которые не занимают руководящих должностей, но предлагающие руководству принять решение по отдельным объектам управления, например менеджер по охране труда, управлению персоналом и т.д. Но все-таки, важную и определяющую роль в управлении, естественно играет руководитель организации. Он наделен всей полнотой власти и принимает ключевые решения. Любую систему управления он приспосабливает, подгоняет под себя, с учетом своего опыта и компетенции. Поскольку все люди разные, соответственно и параметры у каждого руководителя разные. Кто-то сосредотачивает все в своих руках, кто-то же, как можно больше ответственности и полномочий передает своим заместителям. Кто-то концентрирует внимание на управлении финансами, в соответствии со своим образованием, а кто-то – на управлении производствам, по тем же причинам.

Итак, для того чтобы та или иная спроектированная и документированная система качества, включающая управление процессами, заработала, можно использовать следующие пути решения:

а) использовать средства мотивации для персонала;

б) обучать его как по профессиональным вопросам, ток и по вопросам менеджмента качества;

в) выстроить правильные отношения с потребителями;

г) научиться так управлять поставщиками, чтобы вовремя получать от них необходимую продукцию заранее установленного качества Всеобщий менеджмент качества [2, с. 248].

Обобщая все вышесказанное, можно прийти к выводу, что действия людей, участвующих в производственной деятельности товаропроизводителя, являющимися потребителями и оказывающими существенное влияние на качество, это и есть первичный объект управления, в том числе и качеством.

Список используемых источников:

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь – М.: Стандартинформ, 2009.

2. Пономарев С.В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко – М.: Стандарты и качество, 2005. – 248 с.

3. Степанова С.А. Всеобщий менеджмент качества: Учебное пособие – М.: Стандарты и качество, 2005. – 248 с.

© Логинова И.В., Токарева Е.А., 2021

УДК 697.133

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Филиппов И.В., Ротов П.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

Теплоизоляционные материалы и конструкции предназначены для уменьшения отдачи тепла трубопроводами в тепловых сетях, поддержания заданной температуры теплоносителя, а также недопущения в целях безопасности высокой температуры на поверхности теплопроводов и оборудования.

Уменьшение транспортных потерь тепла является главнейшим средством экономии топлива. Учитывая сравнительно небольшие затраты на теплоизоляцию трубопроводов (5-8% от капиталовложений в строительство тепловых сетей), очень важным в вопросах сохранения транспортируемого тепла по трубопроводам является их покрытие высококачественными и эффективными теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляционные материалы и конструкции непосредственно контактируют с окружающей средой, характеризующейся колебаниями температуры, влажности, а при подземных прокладках – агрессивными действиями грунтовых вод по отношению к поверхности труб

Теплоизоляционные конструкции изготавливают из специальных материалов, главное свойство которых – малая теплопроводность. Различают три группы материалов в зависимости от теплопроводности:

низкой теплопроводности до 0,06 Вт/(м°С) при средней температуре материала в конструкции 25°С и не более 0,08 Вт/(м°С) при 125°С; средней теплопроводности 0,06-0,115 Вт/(м°С) при 25°С и 0,08-0,14 Вт/(м°С) при 125°С;

повышенной теплопроводности 0,115-0,175 Вт/(м°С) при 25°С и 0,14-0,21 Вт/(м°С) при 125°С.

В соответствии с СП 61.13330.2012 для основного слоя теплоизоляционных конструкций для всех видов прокладок кроме бесканальной, следует применять материалы со средней плотностью не более 400 кг/м^3, и теплопроводностью не более 0,07 Вт/(м°С) при температуре материала 25°С. При бесканальной прокладке – соответственно не более 600 кг/м^3 и 0,13 Вт/(м°С) [1].

Воздухопроницаемость теплоизоляционною материала так же необходимо учитывать при проектировании и изготовлении

теплоизоляционных конструкции, которая должна обладать соответствующей герметичностью, не допуская проникновения влажного воздуха.

Теплоизоляционные материалы должны обладать повышенным электросопротивлением, не допускающим попадания блуждающих токов к поверхности трубопроводов, особенно при бесканальныхпрокладках. И, наконец, теплоизоляционные материалы и конструкции должны иметь невысокую стоимость, применение их должно быть экономически оправданным.

Индустриальность в изготовлении теплоизоляционных конструкций является одним из главных характеристик теплоизоляционных материалов Покрытие трубопроводов тепловой изоляцией по возможности должно осуществляться на заводах механизированным способом. Это существенно уменьшает трудозатраты, сроки монтажа и повышает качество теплоизоляционной конструкции.

Пенополимерминеральная теплоизоляция – это слой материала высокой жесткости, для которого характерна закрытоячеистая структура. Сырьем для его изготовления выступает пенополиуретан и минеральные добавки. В настоящее время ППМ трубы производятся на промышленном уровне. Разработчики постоянно улучшают уровень качества пенополимерминеральной защиты, что заметно повышает ее эксплуатационные характеристики.

За счет минеральных добавок ППМ труба получает повышенные прочностные качества: это делает ее способной хорошо справляться с механическими нагрузками. Одним из самых важных качеств, которым обладают пенополимерминеральные материалы – это хороший уровень паропроницаемости, что позволяет теплоизоляции не накапливать в себе влагу. Это дает возможность избегать угрозы слеживания и потери технических характеристик с течением времени. Используемые для изготовления данной теплоизоляции компоненты стоят довольно дешево, что совсем не сказывается на их прочности и надежности. Формируются трубные оболочки в специальных разборных формах, с которых перед этим методом обжига удаляются все окислы и загрязнения: это позволяет уберечься от возникновения различных дефектов [2].

Пенополимерминеральная (ППМ) изоляция заводского исполнения– это трехслойная изоляция, состоящая из:

1. Нижнего слоя, прилегающего к трубе, антикоррозийного. Он плотно прилегает к трубной поверхности, защищая ее от внешней влаги. Толщина покрытия 3-8 мм.

2. Теплоизоляции. Здесь используется пористый материал, укладываемый толщиною, которая рассчитывается из условий

эксплуатации для каждого случая в отдельности. Плотность используемого материала 80-100 кг/м³.

3. Внешнего слоя – механико-гидрозащиты. Она выполняет сразу две функции: защиты от влажности и от механического воздействия.

Конструктивно трубы в ППМ изоляции близки к трубам в ППУ, и обладают всеми ранее перечисленными положительными качествами. Однако имеются ряд технологических особенностей позволяющих рассматривать ППМ как не просто конкурент, а даже более предпочтительный вариант:

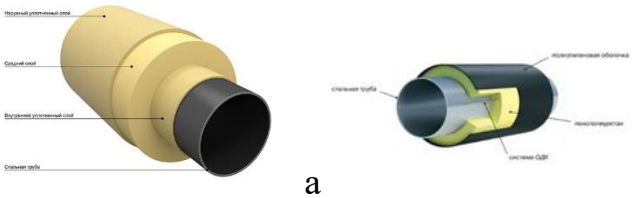
затраты на организацию производства, простота оборудования и производства работ в заводских условиях (низкий уровень амортизации оборудования и небольшой объем неквалифицированной работы);

изолирование стыков в полевых условиях не требует специального оборудования и оснастки, при использовании простейшей оснастки изоляция на местах сварных стыков не отличается от заводской, полученной на трубе;

высокая вандалоустойчивость при работе (транспортировке и монтаже) с трубами в ППМ связана с высокой прочностью поверхностного слоя и отсутствием оцинкованного покрытия;

отсутствует необходимость в системе ОДК для постоянного контроля за увлажнением ППМ изоляции, что существенно снижает затраты на эксплуатацию;

суммарные затраты на приобретение элементов теплопроводов в ППМИ совместно с затратами на монтажные работы при их прокладке на 20-25% меньше, чем аналоги в ППУ изоляции (рис. 1а).



а б

Рисунок 1 – а) Конструкция трубопровода в ППМ изоляции; б) Конструкция трубопровода в ППУ изоляции

ППУ изоляция заводского исполнения– это конструкция, собранная по схеме «труба в трубе». Данная технология реализуется через нанесение пенополиуретанового слоя между стальной трубой и гидрозащитной оболочкой (полиэтиленовой или оцинкованной стальной). Трубы в ППУ изоляции могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды от -80°С до +130°С. Минимальная глубина при бесканальном способе прокладки принимается в пределах 0,5–0,7м от поверхности грунта (рис. 1б).

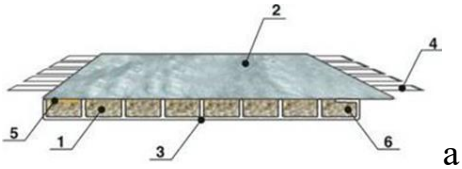
Преимущества ППУ: эластичность и, в то же время, твердость, которые дают широкий диапазон использования, низкий коэффициент теплопроводности (0,027 Вт/(м°С), низкое водопоглощение.

Недостатки: сложность выполнения заливки стыков и использования для этого специального оборудования, неремонтопригодность, чувствительность к ультрофиалетовому и механическому воздействию, низкая вандалоустойчивость и пожаростойкость.

Минеральная теплоизоляция – это теплоизоляционный материал, имеющий структуру ваты и изготовленный из расплава горной породы, шлака или стекла. Состоит из тончайших хаотически расположенных волокон с вкраплениями расплава в виде застывших жёстких капель (корольков), не перешедших в волокно. Корольки повышают объемную массу ваты и тем самым ухудшают ее качество. Минеральная вата – самая часто используемый материал при прокладке и ремонте тепловых сетей.

СТУ – системы теплоизоляционные универсальные, отечественная разработка, не имеет аналогов за рубежом. СТУ изготавливаются из волокнистых теплоизоляционных материалов, которые зафиксированы в оригинальную теплоизоляционную конструкцию с помощью вспомогательных материалов. Поставляется в высокой заводской готовности и комплектуется необходимыми дополнительными материалами и инструментом. Область применения – теплогидроизоляция магистральных трубопроводов тепловых сетей, промышленных паропроводов, нефте-газопроводов СТУ-Ф: теплоизоляционная конструкция, с гидроизоляционным слоем из алюминиевой фольги толщиной 50 микрон. Область применения: теплогидроизоляция трубопроводов в проходных и непроходных каналах, тепловых камерах, временных трубопроводов, в производственных и жилых помещениях, при надземной прокладке на высоких опорах (рис. 2).

Изоляция СТУ-Ф изготавливается на трубопроводы наружным диаметром от 57мм и более.



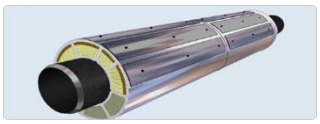
а  б

Рисунок 2 – а) Конструкция теплоизоляции СТУ: 1 – волокнистые теплоизоляторы (маты базальтовые, от П-35 до П-175); 2 – покрывной слой (фольма-ткань, стеклоткань); 3 – конструкционный материал (стеклоткань, стеклохолст и т.п); 4 – стеклобандажная лента (оцинкованная проволока); 5 – планка фиксации горизонтального нахлеста; 6 – компенсационный сегмент; б) Труба в СТУ конструкции

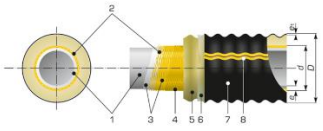
СТУ-ФН: облегченно-усиленная, фольгированная, теплогидроизоляционная конструкция с гофрированной накладкой –

защищает гидроизоляционное покрытие и обеспечивает заданную толщину теплоизоляционного слоя при нагрузках, сопоставимых с весом взрослого человека при отсутствии актов вандализма. Применяется для трубопроводов диаметром от 133 мм и более (рис. 2а).

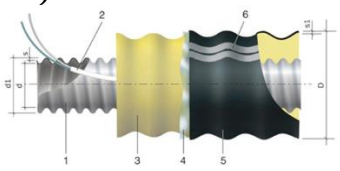
СТУ-В: антивандальная, облегченно-усиленная, теплогидроизоляционная конструкция, закрытая волнистыми оболочками из оцинкованного железа или алюминия, обладает повышенной жёсткостью, выдерживает нагрузки, сопоставимые с весом взрослого человека. Применяетсяпри надземной прокладке трубопроводов диаметром от 380 мм на низких опорах [4].

Трубопроводныесистемы Изопрофлекс и Касафлекс. Это многослойные трубы от швейцарского производителя BruggRohrsysteme, адаптированные к российским условиям эксплуатации и ставшие прекрасной альтернативой старым трубам с минераловатной теплоизоляцией. Существенным отличием новых труб от всех, применявшихся ранее, стала многослойная конструкция, полностью или частично состоящая из пластика, которая позволяет выдерживать значительные температурные нагрузки и высокое давление, сохраняя химическую стойкость и прочность без «ползучести», наблюдаемой в ранее применявшихся системах.

Трубы Изопрофлекс широко применяются в системах горячего водоснабжения и отопления с максимальной температурой рабочей среды +95°С и давлением в 6 атмосфер (рис. 3а).



а



б

Рисунок 3 – а) Конструкция трубы Изопрофлекс: 1 – тонкостенная труба Pex-a; 2 – армирующий слой из арамидного волокна Kevlar; 3 – последовательность слоев из сополимеров этилена; 4 – кислородно-защитный слой; 5 – теплоизоляция из полужесткого ППУ; 6 – барьерный слой; 7 – защитная оболочка из полиэтилена; 8 – идентификационные полосы желтого цвета; D – наружный диаметр защитной оболочки; d – диаметр напорной трубы; e – толщина стенки напорной трубы; e1 – толщина стенки защитной оболочки; б) Конструкция трубы Касафлекс: 1 – напорная гофрированная труба из хромо-никелевой стали; 2 – сигнальный кабель; 3 – теплоизоляция; 4 – барьерный слой; 5 – защитная гофрированная оболочка из полиэтилена низкой плотности; 6 – идентификационные полосы; D – наружный диаметр защитной оболочки; d – диаметр напорной трубы; s – толщина стенки напорной трубы; s1 – толщина стенки защитной оболочки

Трубы Касафлекс используются для прокладки отопительных систем с рабочей температурой до +160°С (допустимо кратковременное нагревание до +180°С) и рабочим давлением до 1,6 Па (рис. 3б).

Преимущества: значительное уменьшение тепловых потерь (примерно в 10 раз) по сравнению с трубами, имеющими теплоизоляцию из минеральной ваты; повышенный срок эксплуатации (25-30 лет вместо 7-10); меньшие затраты на прокладку (в 1,2 раза ниже); снижение сроков монтажа в 2,5-3 раза; снижение затрат на обслуживание (в 9 раз ниже); снижение затрат на ремонт (в 3 раза ниже); возможность бесканальной прокладки; возможность стыковки с уже существующими системами; отсутствие образований накипи, коррозии на протяжении всего срока эксплуатации; возможность отслеживать состояние системы без вскрытия траншеи; гибкость и простота монтажа.

Также есть аналоги этих трубопроводов, например, такие как «Изола Т-95», «ТВЭЛ-ПЭКС-1», «Флексален 600» и «МикрофлексУно» [5].

Список использованных источников:

1. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Введен с 01 января 2013 г. – Москва: Минрегион России, 2012 – 52с.

2. Национальный доклад Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса книга 1. Под ред. Семенова В.Г. – Москва: Программа развития ООН – 2001 г. – 81 с.

3. http://www.ppminvest.pro/content/about_company/Vidi-izolyacii-trub

4. https://zaostu.ru/.

5. https://www.intermetal.ru/truby-teploizolirovannye/.

© Филиппов И.В, Ротов П.В., 2021

УДК 677.017

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ПОЛОТЕН РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА К СТИРКЕ

Филиппова М.С., Плеханова С.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

При выборе одежды потребители делают акцент на внешний вид изделия. И, прежде всего, учитываются цветовые предпочтения.

Одним из самых противоречивых цветов является черный. Некоторые его считают слишком скучным, другие – элегантным и благородным. Безусловно, одно – черный цвет является универсальным, он одинаково уместен на работе и на вечернем мероприятии. Черный цвет являлся

фаворитом и раньше, и является сейчас. В двадцатом веке черная одежда широко распространилась и среди женщин. Во многом мы обязаны этому французский модельеру Коко Шанель, которая создала свое знаменитое «маленькое черное платье». В 21 веке этот цвет – символ изящества, размышления и мудрости. Благодаря тому, что одежда в черных тонах зрительно делает фигуру более стройной, черный цвет часто любят модельеры, и он практически никогда не выходит из моды.

В наши дни ни одна модная палитра не обходится без классического черного оттенка. На весенне-летний сезон 2021 года дизайнеры предлагают платья, классические брючные костюмы, юбки, комбинезоны и шорты «базового» черного цвета. Это касается всех видов тканей: и натуральных, и из химических волокон и нитей. Популярны изделия из натуральных волокон, особенно из льняных тканей.

Поскольку для потребителей важным является внешний вид изделий, актуальным является вопрос его сохранения в процессе эксплуатации. К числу показателей, характеризующих внешний вид ткани, относится, в том числе, устойчивость окраски.

Устойчивость окраски характеризует способность текстильных материалов сохранять окраску под воздействием различных факторов. Этот показатель относится к числу общих (обязательных), нормируемых в стандартах для тканей любого назначения [1].

Устойчивость окраски характеризует свойства, которые проявляются в процессе эксплуатации. Именно в процессе эксплуатации текстильные материалы подвергаются воздействию различных факторов. ГОСТ 9733 предусматривает определение устойчивости окраски к различным видам воздействий: к свету, к светопогоде, к стирке, к дистиллированной воде, к поту, к глажению, к сублимации, к морской воде, к сухому и мокрому трению, к каплям воды, кислот, щелочи, к органическим растворителям, к отбеливанию и т.п.

Виды воздействия, к которым должна определяться прочность окраски, выбираются в зависимости от волокнистого состава и назначения:

для хлопчатобумажных и смешанных тканей – по ГОСТ 7913;

для чистольняных, льняных и полульняных тканей – по ГОСТ 33201, ГОСТ 10138, ГОСТ 15968;

для чистошерстяных и полушерстяных тканей – по ГОСТ 11151;

для шелковых и полушелковых тканей – по ГОСТ 7779;

для трикотажных полотен – по ГОСТ 2351.

В результате различного влияния в структуре материалов и красителей происходят изменения физико-химических свойств. Это может привести к изменению окраски материала, его «выцветанию».

Устойчивость окраски полотен зависит от волокнистого состава, от качества применяемых красителей и технологии крашения [2].

В работе было проведено исследование изменения первоначальной окраски испытуемого материала к стирке.

В качестве объектов исследования были выбраны текстильные материалы черного цвета, краткая характеристика представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Номер образца	Вид образца	Назначение образца	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м^2
1	ткань	одежного назначения	97% вискозное волокно, 3% эластан	229
2	ткань	одежного назначения	100% лён	270
3	ткань	одежного назначения	100% лён	177
4	ткань	одежного назначения	100% хлопок	188
5	трикотажное полотно	бельевого назначения	100% хлопок	229

Испытания проводились по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 9733.4-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к стиркам». Было выбрано количество стирок: 1, 5, 10, 20, 50.

Оценка устойчивости окраски испытуемой пробы по изменению первоначальной окраски проводилась по ГОСТ 9733.0 «Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям».

Результаты испытаний устойчивости окраски к стиркам различных образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний устойчивости первоначальной окраски (балл) к стиркам

Номер образца	Количество стирок						Нормы стандарта, не менее
	0	1	5	10	20	50	
1	5	5	5	5	5	5	4
2	5	5	5	5	4	4	4
3	5	5	5	4	4	2	4
4	5	5	5	5	4	4	4
5	5	5	5	5	4	4	4

Как видно из результатов исследования устойчивости первоначальной окраски к стирке, значения всех образцов соответствуют стандартным значениям. У образцов 1, 2, 4 и 5 окраска не изменила оттенка, контраст ее с первоначальной окраской соответствует контрасту эталона 5-го балла серой шкалы для оценки изменения окраски даже после 10-й стирки. Приемлемые значения сохраняются даже после большого числа стирок: у образцов 1, 2, 4 и 5 – после 50-й стирки, у образца 3 – после 20-й.

Устойчивость окраски лучше сохраняется у образца из химических волокон (образец 1). У образцов из натуральных волокон (хлопок и лен) ухудшение внешнего вида наступает после 20-й стирки, а у образца 3 – после 10-й (волокнистый состав – 100% лен). Образец 3 потускнел в большей степени. После 20 стирки полотно стало блёклым и серым.

Изменение первоначальной окраски для изделий черного цвета имеет большое значение. Даже при незначительном изменении черной окраски текстильного материала внешний вид может выглядеть «посеревшим», тусклым, интенсивность ослабевает, окраска становится слабее. Изделие становится непригодным для дальнейшего использования. Особенно этот факт можно отметить для одежды из хлопка и льна одежного назначения для брюк. Эта одежда, используемая в летний сезон, не случайно пользуется популярностью благодаря хорошим потребительским свойствам: высокие гигроскопичность и воздухопроницаемость, хорошие прочностные характеристики, комфортность, красивый внешний вид. Однако изделия интенсивно загрязняются, поэтому подвержены более частым стиркам. Из практики известно, что льняные и хлопчатобумажные брюки черного цвета могут оставаться надлежащего внешнего вида в течение одного сезона.

Актуальной становится задача продления срока службы текстильных материалов черного цвета из хлопка и льна, используемых для пошива брюк.

В настоящее время на ранке предлагаются различные средства для сохранения черного цвета. Одним из них является «Ласка: Магия черного». Это средство – продукция компании «Хенкель». Состав: 5-15% анионные ПАВ; <5% неионогенные ПАВ, мыло, фосфонаты, консервант, энзимы, краситель, отдушка (в т.ч. бутилфенил метилпропиональ, гексилциннамаль, амилциннамаль, цитронеллол, лимонен).

Реклама содержит следующую информацию:

«Ласка» (для черного) состоит в первую очередь из поверхностно-активных веществ. Кроме того, в состав этой жидкости входит мыло. Как известно, оно отлично отстирывает любые пятна, но самое главное, что оно выполаскивается из ткани намного лучше и быстрее. Это огромный плюс для тех, кто имеет предрасположенность к аллергическим реакциям. Эта жидкость не оставляет пятен после стирки, в отличие от порошка. Для сохранения цвета в ней используется специальный краситель. Именно он восстанавливает темный оттенок, а не вымывает его, как другие стиральные порошки. Специальные энзимы, которые содержатся в жидкости, помогают справиться с загрязнениями различной степени. Отдушка в этом средстве довольно выраженная, с несколько химическим запахом, однако она практически не остается после того, как белье высохнет.

В работе было проведено исследование устойчивости окраски к стиркам с использованием жидкого геля для стирки «Ласка: магия черного».

Для исследования были выбраны образцы 2, 3 и 4.

Испытания проводились по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 9733.4; количество стирок: 1, 5, 10, 20, 50. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний устойчивости первоначальной окраски (балл) к стиркам с использованием жидкого геля для стирки «Ласка: магия черного»

Номер образца	Количество стирок					
	0	1	5	10	20	50
2	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5

По результатам исследования устойчивости окраски к стирке образцов тканей из натуральных волокон черного цвета с использованием жидкого геля для стирки «Ласка: магия черного», можно отметить, что первоначальная окраска сохранила хороший внешний вид и после 50-й стирки. Окраска не изменила оттенка, контраст ее с первоначальной окраской соответствует контрасту эталона 5-го балла серой шкалы для оценки изменения окраски.

Таким образом, одним из способов повышения устойчивости окраски является применение специальных гелей. Жидкие средства для стирки более бережно справляются с любыми типами загрязнений, не оставляя на ткани ни следа и при этом сохраняя цвет изделия.

Для сохранения черного цвета изделий из натуральных волокон (хлопок, лен), их необходимо стирать с использованием специальных жидких средств. В состав гелей входит краситель для восстановления цвета, остальные компоненты закрепляют его, бережно ухаживая и заботясь о состоянии ткани.

Список использованных источников:

1. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум: учебное пособие / Ю.С. Шустов, С.М. Кирюхин, А.Ф. Давыдов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2016. – с. 316-324.

2. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Плеханова С.В. Текстильные материалы технического и специального назначения. – М.:МГТУ, 2012.

© Филиппова М.С., Плеханова С.В., 2021

УДК 658.5

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА И МЕТОДА ОЦЕНКИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БЕЗОПАСНОСТИ

Давыдов А.Ф., Ходанов Г.А.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Из основных требований охраны труда следует выделить обеспечение работников предприятия средствами индивидуальной защиты. Средствами индивидуальной защиты являются технические средства, которые используются в целях предотвращения или уменьшения воздействия вредных веществ, опасных производственных факторов на работника.

Рабочий персонал нефтегазового комплекса в процессе своей деятельности находятся в условиях, где велика вероятность возникновения взрывов и пожаров. Для снижения рисков чрезвычайной ситуации в процессе работы требуется использовать специальную с защитными функциями от неблагоприятных воздействий производственных факторов одежду.

Специальная защитная одежда является сложным изделием за счет большого количества защитных свойств, которых может быть более 10. Для каждого рода деятельности существует свой тип спецодежды.

Общие типы средств индивидуальной защиты по ТР ТС 019/2011 Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты»:

средства индивидуальной защиты от механических воздействий;

средства индивидуальной защиты от химических факторов;

средства индивидуальной защиты от радиационных факторов;

средства индивидуальной защиты от термических рисков электрической дуги, неионизирующих излучений, поражений электрическим током, а также повреждений статического электричества;

средства индивидуальной защиты от повышенных и (или) пониженных температур.

Выбор типа специальной защитной одежды начинается с анализа производственных рисков. На примере нефтегазового комплекса рассмотрим основные производственно-технические риски, возникающие в процессе работ.

Виды деятельности на участках работ: бурение; ремонт скважин; чистки резервуаров; ремонт трубопроводов; ликвидация последствий

аварий; обслуживание технологических установок; операции по сливу и наливу нефти и нефтепродуктов; работы с катализаторами и химическими реактивами; ремонт и дефектоскопия технологического оборудования.

Основные потенциальные риски на данных участках работ: ожог в процессе возгорания сырой нефти, нефтепродуктов или газа; загрязнение вредными веществами дыхательных путей и кожаного покрова; ожог реагентами используемые в процессе деятельности; отравление жидкими реагентами (серная кислота, др.), компонентами антикоррозийных покрытий.

Чрезвычайные ситуации, с высокой вероятностью произойти, создают спрос на продукцию, услуги, снижающие данный риск. Специальная защитная одежда является продуктом, нацеленным на снижение производственных рисков.

Система формирования требований к данному продукту выводится из целевого назначения (рис. 1). Качество реализации зависит не только от способов производства продукта и его контроля оно также зависит от методов и точности установления рисков на заданном производстве, что позволяет более точно формировать контролируемые показатели для специальной защитной одежды и в следствии чего увеличит уровень безопасности рабочего персонала для заданного производства.

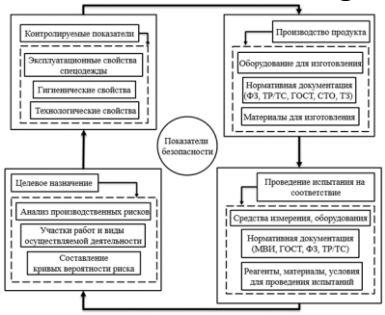


Рисунок 1 – Назначение и контроль

Профессором А.Ф. Давыдовом было предложено деление показателей качества тканей, применяемых для пошива спецодежды работников нефтегазового комплекса, на четыре основные группы: показатели безопасности; гигиенические; эксплуатационные и технологические [1].

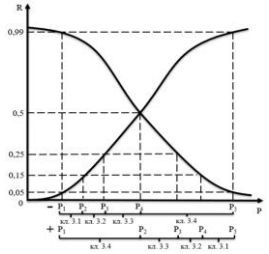


Рисунок 2 – Графическая зависимость уровня риска (R) нанесения вреда здоровью работников от величины позитивного (негативного) показателя безопасности (Р) тканей специального назначения

Показатели безопасности можно определить как зависимость уровня риска нанесения вреда здоровью работников, соответствующего определенному классу условий труда (кл. 3.1-3.4), от величины позитивного (негативного) показателя безопасности тканей специального назначения (рис. 2), которую можно представить в виде кривой вероятности риска [2]. Также графическая зависимость говорит нам, чем меньше величина негативного показателя безопасности, тем меньше риск нанесения вреда, чем больше величина позитивного показателя безопасности, тем меньше риск нанесения вреда здоровью рабочего персонала.

Анализ производства позволит более подробно установить испытания на защитные свойства спецодежды, а также установить критерии приемки продукции для производства. Для изготовителя одним из важнейших способов повышения конкурентоспособности своей продукции будет создание продукта по показателям безопасности, эксплуатации, технологии и гигиены продукта в соответствии с выявленными производственными рисками.

Анализ и применение методов, способов установления рисков и формирование номенклатуры показателей безопасности увеличит не только рост качества продукта, но также организует более ясное представление контролируемых показателей для специальной защитной одежды.

Список использованных источников:

1. Давыдов А.Ф. Жизнь и охрана людей. // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты – М – 2010. – № 3 (49);

2. В.В. Лагунов, А.Ф. Давыдов – Нормирование показателей безопасности тканей, предназначенных для пошива специальной одежды работников газовой промышленности, на основе теоретического анализа кривых вероятности риска;

3. Ю.Я. Тюменев, А.А. Савинова, В.А. Сучилин, О.А. Ханчич – Исследование изменения показателей надежности огнезащитных тканей для спецодежды в процессе эксплуатации.

© Давыдов А.Ф., Ходанов Г.А., 2021

УДК 677.017

ЭКСПЕРТИЗА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ДЕТСКОГО БЕЛЬЯ

Черникова Ю.В., Захарченя И.А., Санина М.И., Курденкова А.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Детское нательное белье должно быть удобным, практичным в носке, быть качественно сшитым. Трикотажное полотно, из которого оно изготовлено, должно быть гигроскопичным, воздухопроницаемым, гипоаллергенным, а в составе иметь как можно больше натуральных волокон.

Материалы, из которых изготовлено детское нательное белье, должны быть устойчивы к воздействию моющих средств, в связи с частыми стирками.

Производители предлагают боди для детей с рукавами различной длины:

с длинным – оптимальный вариант для холодного времени года;

с коротким – такие лучше носить летом и в качестве домашней одежды;

без рукавов – как альтернатива маечке или нижнему белью.

Дополнительных деталей, которые могут вызвать дискомфорт или навредить ребенку, на детской одежде быть не должно.

Основное преимущество боди состоит в том, что оно не давит на тело, его удобно надевать и застегивать. Кнопки, застежки или пуговицы располагаются между ножек, в некоторых моделях – дополнительно на плечиках.

Нижнее белье для детей должно быть правильно подобрано по размеру. Ошибки в этом вопросе могут привести к нарушению кровообращения или появлению потертостей на коже.

Оптимальные расцветки – умеренно яркие с качественными рисунками.

В работе были определены структурные характеристики [1] трикотажных полотен, выработанных из хлопчатобумажной пряжи переплетением гладь. Данные полотна применяются для производства детских боди. Результаты представлены в табл. 1.

Для детского белья важны воздухопроницаемость, стойкость к истиранию, а также изменение размеров после мокрой обработки.

Воздухопроницаемость определялась по ГОСТ 12088 [2] на приборе ВПТМ-2. Устойчивость к истиранию проводилось по ГОСТ 12739 [3] на приборе ТИ-1. Изменение размеров после мокрой обработки определялось

по ГОСТ 30157.0 и ГОСТ 30157.1 [4, 5]. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Структурные характеристики исследуемых полотен

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Поверхностная плотность полотна, г/м^2	223	208	232
Толщина, мм	0,77	0,61	0,84
Линейная плотность нити, текс	24,2	21,9	23,6
Плотность по вертикали, количество рядов / 100 мм	176	162	185
Плотность по горизонтали, количество столбиков / 100 мм	273	224	287

Таблица 2 – Результаты испытаний трикотажных полотен для детского белья

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Воздухопроницаемость, дм^3/м^2*с	368±17	425±14	321±18
Стойкость к истиранию, циклы	548±42	439±57	642±35
Изменение размеров после мокрой обработки вдоль петельных столбиков, %	-2,6	-3,1	-1,7
Изменение размеров после мокрой обработки вдоль петельных рядов, %	-3,4	-5,2	-2,7

Наибольшую толщину и плотность имеет образец 3, следовательно, его воздухопроницаемость является наименьшей. Наибольшую величину показателя имеет образец 2. Образец 3 является наиболее стойким к износу от истирания, так как обладает наибольшей толщиной.

В результате стирки у всех образов произошла усадка. Наибольшей величиной данного показателя обладает образец 2, выработанной с наименьшей плотностью вдоль петельных рядов и столбиков.

Художественно-колористическое оформление характеризуется внешним видом полотна и его цветовой гаммой. Данные критерии оценивались путем опроса экспертов.

Опрос проводился по 5 бальной шкале: 5 – отлично, 1 – очень плохо.

По результатам обработки экспертного опроса выявлена высокая согласованность экспертов. Высокие оценки получил образец 3. Самую низкую оценку получил образец 1.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что образец 3 можно рекомендовать для более холодного периода, а образец 2 – для более теплого.

Список использованных источников:

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение: М.: КолосС, 2011.- 360 с.

2. ГОСТ 12088 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»

3. ГОСТ 12739 «Полотна и изделия трикотажные. Метод определения устойчивости к истиранию»

4. ГОСТ 30157.0 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения»

5. ГОСТ 30157.1 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок»

© Черникова Ю.В., Захарченя И.А., Санина М.И., Курденкова А.В., 2021

УДК 667.6

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Черных Ю.А.
Научный руководитель Бородина Е.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола

В результате усиления внимания к проблемам экологии, возрастает стремление ограничить использование токсичных летучих компонентов в составе лакокрасочных материалов. Что является движущей силой для создания безопасных лакокрасочных материалов, гарантирующих сохранение рабочих свойств на металлических и композитных поверхностях на долгое время. По веянию инновационных тенденций важными критериями в улучшении качеств любого продукта является внимание к энерго- и ресурсосбережению. Применение экологически безвредных, либо менее вредных по сравнению с традиционными способами производства составов, является ведущей задачей в создании новых материалов и технологий.

Для производства лакокрасочных покрытий используют растворители, пары которых опасны для здоровья, а также относятся к пожаро- и взрывоопасным. К ним относятся кетоны, простые и сложные эфиры, углеводороды, спирты, галогенсодержащие растворители. Также, в работе с лакокрасочными покрытиями для подготовки стен используются шпатлевки, подготовительные покрытия и грунты для которых содержание растворителей является существенным моментом. В ходе анализа производства и потребления выявлена тенденция спада спроса на эмали и лаки с привычным составом.

В настоящее время лакокрасочные материалы с минимальным содержанием растворителя являются наиболее перспективным направлением с точки зрения получения безопасных материалов. По этой причине особо актуальны лакокрасочные материалы на водной основе, порошковые и содержащие минимальное количество органических растворителей.

Лакокрасочные материалы с сухим остатком превосходят по ряду причин традиционные. Для их производства используются разнообразные растительные масла, что позволяет сократить содержание летучих органических соединений. В результате увеличения продолжительности измельчения, сокращения содержания растворителя, преобразовании связующего элемента получились грунтовки и шпатлевки холодной сушки с уменьшенным количеством летучих веществ.

Стоит обратить внимание, на эпоксидные, акриловые, и полиуретановые лакокрасочные материалы. Они хороши тем, что обладают наименьшей токсичностью и пожаропасностью. Их использование более экономично и менее трудозатратно т.к. при покрытии поверхности достаточно одного слоя. К положительным свойствам относятся низкая температура твердения, влагостойкость, защита от коррозии. Применение этих материалов защитит поверхность от постоянного или умышленного загрязнения.

Преимущества порошковых покрытий пред другими в том, что при их производстве не происходит большое количество выброса летучих веществ. Это указывает на на меньшую токсичность и предрасположенность к возгоранию. Применение электростатического напыления уменьшает затраты материалов. Порошковым материалам для получения полимерного покрытия нужна высокая температура, что привносит свои ограничения на использование краски, но даже при этом летучие органические соединения выделяются в значительно меньшем количестве, чем у обычных материалов. Для покрытий, образующихся из порошковых материалов под воздействием температуры, используют полиэфирные, акриловые, полиуретановые, эпоксидные смолы для производства термопластичных красок.

Существуют катодный и анодный способы нанесения электрофоретического полимерного покрытия. Положительные свойства этого способа: сокращение времени образования покрытия, покраска любой формы поверхности, содержат минимальное количество летучих органических соединений, либо не содержат вовсе. Единственный минус в том, что магниевые сплавы нуждаются в еще одной обработке пред окрашиванием, т.к. подвержены коррозии.

Золь-гель органо-неорганическое покрытие применяется с целью защиты магниевых сплавов. Преимущества гибридного органо-неорганического покрытия в образовании большей толщины покрытия, без трещин при низких температурах. Также, существенно улучшает качественные свойства покрытия возможность введения антикоррозионных пигментов.

Эпоксидные смолы отличаются хорошей химической стабильностью. Им свойственна адгезия к металлам, стойкость к повышению температуры,

воздействию воды и растворителей. Эпоксидное покрытие используется как грунт, шпатлевка или промежуточный слой. Для того, чтобы избежать появления изменений цвета, поверх наносится слой полиуретана. Эпоксидные покрытия на основе водных эмалей, гораздо хуже противостоят коррозии нежели материалы, полученные из тех, что содержат в составе растворитель. Добавление в водные эпоксидные смолы полисульфидных латексов выявляет такое качество, как стойкость покрытия к коррозии. Применение цинка в составе грунта в водоосновном эпоксидном покрытии помогает избежать коррозии в более агрессивной среде.

Акриловые водоосновные дороже, чем обычные эмали. При этом имеют не лучшую адгезию. Водные акриловые эмали не имеют защиты от коррозии в сравнении с водными эпоксидными грунтами, но имеют место быть в качестве универсального однослойного покрытия.

Из водных алкидных эмалей, содержащих преобразованные гидрофильные смолы, получают большую часть антикоррозионных алкидных материалов. Скорость высыхания регулируется добавлением полифункциональных акрилатов. С помощью горячего отверждения получают хорошие противокоррозийные свойства адгезию, гибкость, твердостью и ударную прочность. Эти покрытия безопасны при использовании при температурах до 200°С.

Водные полиуретановые эмали при применении полиаминных отвердителей позволяют использовать их в качестве грунтовок и лакокрасочных покрытий для автомобилей. Двухкомпонентная водно-дисперсионная полиуретановая система, дает возможность получать покрытия, не уступающие по стойкости, твердости и блеску растворителям, полученным из лакокрасочных материалов, содержащих растворитель. Полиуретан-эпоксидные покрытия, произведенные на базе полиольных терпеновых дисперсий обладают хорошей ударо-прочностью, блеском, адгезией, термической стойкостью и пластичностью.

УФ-отверждаемые водоосновные полиуретановые прозрачные покрытия обладают большими перспективами в машиностроении, для их создания не применяют летучие органические соединения и вредные материалы с низкой молекулярной массой.

Таким образом, в результате анализа примеров лакокрасочных материалов, очевидна необходимость разработки новых составов лакокрасочных материалов на основе уже существующих. Применение лакокрасочных покрытий требует конкретных решений, направленных на защиту окружающей среды и здоровья людей от воздействия летучих органических соединений и, в частности, замене токсичных растворителей на менее токсичные.

Список использованных источников:

1. Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж., Тупс Э. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки
2. Лившиц М.Л., Пшиялковский Б.И. Лакокрасочные материалы. Справочное пособие
3. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями
4. ГОСТ 33290-2015 Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве. Общие технические условия

© Черных Ю.А., 2021

УДК 667.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ И ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ СТИРОК ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ УСЛОВИЯХ

Давыдов А.Ф., Шампарова Н.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В работе исследовано 7 видов тканей специального назначения, различных составов и производителей до и после многократных стирок. Испытуемые образцы подвергались 1, 5, 10, 25, 50 стирок. Данные проведенных испытаний приведены в таблицах и построены графики.

Во время стирки и химической чистки ткани спецназначения одновременно подвергаются физико-химическим и механическим воздействиям. В связи с этим в качестве показателя надежности текстильных изделий применяют устойчивость к стирке. При воздействии температуры, влаги, механических факторов и моющих средств в тканях происходят процессы, связанные с деструкцией. Критериями износа от стирки и химической чистки являются изменение прочности, устойчивости окраски, устойчивости к истиранию и изменение линейных размеров изделия.

При стирках и химических чистках и т.д. в текстильных материалах происходит изменение их линейных размеров. Термин изменение линейных размеров является стандартизованным. На практике часто применяются такие термины, как усадка – уменьшение размеров и притяжка – увеличение размеров. Наиболее часто наблюдается усадка материалов, реже – притяжка. Усадка и притяжка показывают стабильность размеров материалов и изделий из них.

Усадка тканей происходит за счет проявления процессов релаксации напряжений нитей в ткачестве, также из-за набухания волокон,

приводящего к изменению геометрических параметров ткани. Изменение линейных размеров ткани происходит из-за уменьшения длины нитей и перестройки структуры.

Проведены испытания в испытательной лаборатории ООО «Экспертиза» по ГОСТ 30157.0 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения» и по ГОСТ 30157.1 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок». ГОСТ 12023-2003 (ИСО 5084:1996) «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины». В качестве объектов исследования отобраны ткани различного волокнистого состава и различных производителей. Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

В результате проведенных испытаний тканей было установлено, что наибольшей толщиной обладает образец № 5, а наименьшую – образец №2

На рис. 1 приведены сравнительные данные изменения толщины материала от количества стирок. Как видно, что после 10 стирок текстильный материал становится практически безусадочным. При расчете полученных данных были выбраны средние значения. Погрешность всех приведенных данных не превышает 0,01 мм.

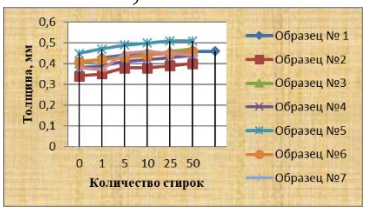


Рисунок 1 – Зависимость толщины от количества стирок

Рассмотрим изменение линейных размеров (по основе и утку) после мокрых обработок. Из 7 образцов тканей выкраивали по шаблону две квадратные пробы размером 300×300 мм для каждого образца и на них карандашом наносили метки, образующие квадрат размером 200×200 мм. Результаты приведены на рис. 2-3.

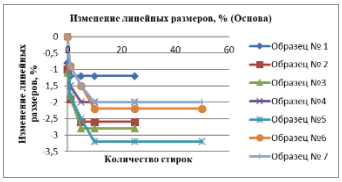


Рисунок 2 – Зависимость изменения линейных размеров по основе после мокрых обработок от количества стирок

Таблица 1 – Характеристики объектов исследования

№ образца	Наименование объекта	Изготовитель	Назначение	Состав сырья
1	Образец ткани Термошилд Арамид 180-19-3908, цвет: темно-серый, отделка: нефтемасловодоотталкивающая.	Текстайм, Германия	Ткань огнестойкая антистатическия для облегченной спецодежды и курток-рубашек.	Метаарамид-93%, параарамид-5%, антистатические волокна -2%
2	Образец ткани Термошилд ПС, цвет: темно-зеленый	Текстайм, Германия	Для защиты от брызг расплавленного металла.	Panox-50%, параарамид-50%
3	Образец ткани ФЛЭЙМСТАТ ЛАЙТ (Flamestat Lite, Carrington), облегченная огнестойкая антистатичная ткань, цвет: серый.	Текстайм, Англия	Для летней огнестойкой спецодежды.	Хлопок - 100%
4	Образец ткани НАФТ 280 (Naft 280) с нефте-масло-водотталкивающей отделкой на инновационной базе флюрокарбона (FC), цвет: темно-синий	ООО «АЛЬТРАТЕКС», Россия	Защита от воздействия открытого пламени, атмосферных осадков.	Хлопок- 99%, антистатическая нить- 1%
5	Образец ткани Meteor FR. обработка Proban EN531, цвет: синий.	Klopman, Италия	Для защиты от искр, брызг расплавленного металла, повышенных температур и открытого огня.	Хлопок- 100%
6	Образец ткани Фореман, с масловодоотталкивающей отделкой Splashgard Chemo, цвет: оранжевый сигнальный флуоресцентный.	Адвентум Технолоджис, Россия	Для верхней одежды специалистов сервисных служб, монтажников, промышленных альпинистов, строителей, заправщиков, каменщиков и персонала других профессий.	Полиэфир-67%, Хлопок-33%
7	Образец ткани Премьер Protect 170, артикул 80016А, отделка: нефтемасловодоотталкиваю-щая, цвет: коричневый	Чайковский текстиль, Россия	Антистатическая ткань для спецодежды (накладки) сотрудников нефтяных предприятий для защиты от сырой нефти.	ПЭ-100%, антистатическая нить

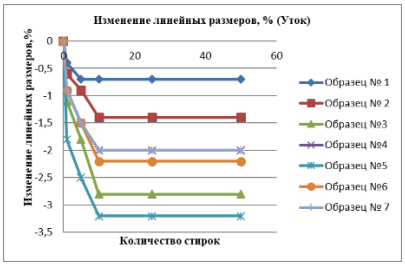


Рисунок 3 – Зависимость изменения линейных размеров по утку после мокрых обработок от количества стирок

По результатам исследования можно сделать вывод, что наибольшую усадку имеет образец № 5, а наименьшую образец № 1. Усадка по основе у всех тканей имеет более высокие значения, чем по утку, так как в процессе ткачества натяжение нитей основы выше и в процессе мокрых обработок напряжение, возникающее при ткачестве, снимается.

После 10 стирок процесс изменения линейных размеров останавливается.

Список использованных источников:

1. Давыдов А.Ф. Текстильное материаловедение. М.: РЗИТЛП, 1997. – 168 с.

2. Кричевский Г. Е. Опасность и безопасность изделий из текстиля // Текстильная промышленность. – 2006. – № 3.

3. Кобляков А.И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению – М.: Легпромсбыт, 1986.

4. Шустов Ю.С. Основы текстильного материаловедения. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 302 с.

5. ГОСТ 30157.0 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения».

6. ГОСТ 30157.1 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок».

7. ГОСТ 12023-2003 (ИСО 5084:1996) «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины»

8. https://studref.com/358394/tovarovedenie/izmenenie_lineynyh_razmerov_tekstilnyh_poloten

9. http://docs.cntd.ru/document/1200017850

10. https://studbooks.net/2535193/tovarovedenie/opredelenie_osnovnyh_svoystv_tkani

© Давыдов А.Ф., Шампарова Н.В., 2021

УДК 677.499

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПОЛИЛАКТИДОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Абрамов К.А., Малыхина М.М.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Баранов О.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва
Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Москва

Полилактид является высоковостребованным биополимером. В отличие от синтетических полимеров, биополимеры, подвержены разложению – именно это качество, порождает высокий спрос на полилактид.

Полимолочную кислоту – полилактид, получают из молочной кислоты, этот биополимер является экологичным. Источниками биполимеров – являются природные, ежегодно возобновляемые ресурсы, переработка которых, с последующим получением биополимеров, оставляет меньший урон экологии [1]. Разложение биполимеров происходит с образованиеем нетоксичных продуктов распада, что открывает большие перспективы использования этих материалов в медицине, а именно для использования в качестве имплантов при протезировании и других операциях с вживлением материалов в организмы [2]. Синтетические же полимеры базируются на переработке нефти, а как известно, нефть – это истощаемый ресурс, поэтому ее запасы с каждым годом уменьшаются, что приводит к увеличению цены на продукты нефтепереработки. Именно поэтому создание материалов из биополимеров является актуальной и востребованной задачей. Для создания материалов на основе полилактида применяется метод электроформования [3].

Целью данной работы является разработка гидрофильного, стабильного и биосовместиммого материала из модифицированного полилактида, с использованием метода электроформования из раствора.

Электроформование – это процесс, который приводит к формированию волокнистых материалов в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава, при этом происходит вытягивание раствора полимера в тонкие струи, которые отверждаются за счет испарения

растворителя и помещаются на заземленную подложку, превращаясь в волокна [4].

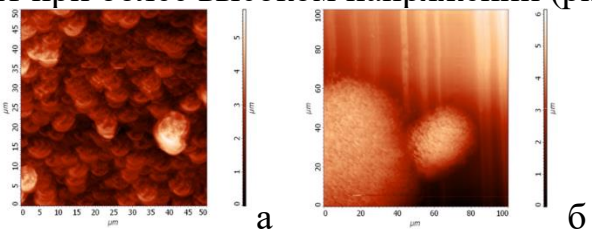
Актуальность работы обуславливается необходимостью придания достаточной гидрофильности полилактидным материалам, так как чистый гомополилкатид по природе является гидрофобным [5].

Новизна работы заключается в получении новых полилактидных материалов из полимеров различного строения и различной молекулярной массы. Для возможности получения нетканых материалов из сополимеров полилактида в работе был проведен подбор условий электроформования. Условия подбирали на модельных полилактидах с различными макромолекулярными характеристиками. Объектами исследования являются синтезированные в лаборатории гетероцепных полимеров ИНЭОС РАН полилактиды различного строения и молекулярной массы (ММ) (разветвленные полилактиды с молекулярной массой 10000 г/моль, 25000г/моль; линейный полилактид с молекулярной массой 44000 г/моль). Данные полимеры охарактеризованы методами ЯМР и ГПХ.

Нетканые материалы получали методом электроформования на установке Nanospider ™.

Электроформование проводилось из растворов полилактидов, растворенных в высококипящих органических растворителях, таких как диоксан и ДМФА (диметилформамид), и их смесей. При исследовании для различных полилактидов были приготовлены серии растворов с содержанием полимера от 1 до 15%.

Экспериментально установлено, что 10 и 12 процентные растворы в ДМФА, приготовленные из разветвленного полилактида с молекулярной массой 10000 г/моль, а также с молекулярной массой 25000 г/моль, успешно формуются с образованием микросфер, о чем свидетельствуют фотографии, полученные на атомно-силовом микроскопе (АСМ) (рис. 1а). При электроформовании растворов из полилактидов различной молекулярной массы в диоксане, получается напыление из крупных капель, также формование происходит при более высоком напряжении (рис. 1б).



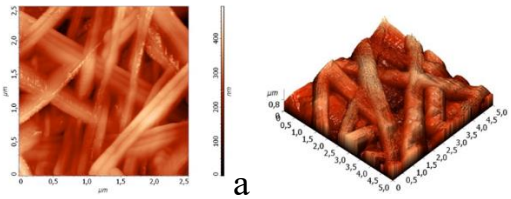
а б

Рисунок 1 – Микрофотографии материалов, полученных при фомовании раствора разветвленного полилактида с ММ 10000г/моль: а) в ДМФА и б) в диоксане

На другом этапе подбора условий электроформования, в работе использовали линейный полилактид с молекулярной массой 44000 г/моль.

При приготовлении растворов установлено, что полимер полностью не растворяется в ДМФА, идет набухание с образованием геля, но при этом данный полимер легко растворяется в диоксане. При электроформовании линейного полилактида из растворов в диоксане с концентрациями 10% и 12% образования нетканого материала не наблюдается – на подложке образуются отдельные крупные капли. Известно, что органический высококипящий растворитель диоксан имеет коэффицент диэлектрической проницаемости 2.2, при этом другой выбранный и подходящий для растворения полимеров органический высококипящий растворитель ДМФА (диметилформамид) имеет коэффициент равный 37, чем и объясняется более лёгкое осуществление электроформования разветвленного полилактида. Для возможности формования предложен вариант использования смеси растворителей, который повысит значение коэффициента диэлектрической проницаемости диоксана и позволит полимеру остаться в виде раствора.

На следующем этапе исследования, была проведена попытка электроформования линейного полилактида с молекулярной массой 44000 г/моль, растворенного в смеси диоксана и ДМФА в пропорции 50:50. Электроформование такого раствора позволило получить положительный результат – материал стал легко формоваться с образованием волокон, о чем свидетельствуют фотографии материала, полученного при исследовании на АСМ (рис. 2).



а б

Рисунок 2 – микрофотографии, полученные на АСМ для образца полилактида 44000 г/моль в смеси растворителей: а) обычное и б) трехмерное

Результаты исследования показали, что на процесс электроформования оказывает влияние молекулярная масса полилактида, чем выше масса, тем лучше получаются волокна. Также установлено, что на процесс влияет и тип растворителя: в нем должен хорошо растворяться полимер, а также растворы полимеров должны иметь определенный коэффициент диэлектрической проницаемости, повысить данный коэффициент помогает использование смеси двух растворителей.

Список использованных источников:

1. K. Madhavan Nampoothiri. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research / K. Madhavan Nampoothiri, Nimisha Rajendran Nair, Rojan Pappy John. // Bioresource Technology. – 2010. – № 101. – pp. 8493–8501.

2. Syed, F. Coatings for implantable devices comprising polymers of lactic acid and methods for fabricating the same / Syed F.A. Hossainy,Yiwen Tang,Eugene T. Michal, Thierry Glauser, Stephen D. Pacetti, Jessica Desnoyer // Pat. WO 2011133436 A1. – 2011.

3. Sheng-Han Chen. A three-dimensional dual-layer nano/microfibrous structure of electrospun chitosan/poly(D,L-lactide) membrane for the improvement of cytocompatibility / Sheng-Han Chen, Yung Chang n, Kueir-Rarn Lee n, Juin-Yih Lai // Journal of Membrane Science. – № 450. – 2014. – pp. 224–234.

4. Reneker D. H. Electrospinning jets and polymer nanofibers / D. H. Reneker, A. L. Yarin // Polymer. – 2008. – Vol. 49. – pp. 2387–2425.

5. Bastioli, C. Handbook of Biodegradable Polymers / C. Bastioli. – 2005. – p. 549.

© Абрамов К.А., Малыхина М.М., Баранов О.В., 2021

УДК 54.084

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА РЕКАЛИБРОВКИ ПРИ АНАЛИЗЕ СТАЛЕЙ НА ОПТИКО-ЭМИССИОННОМ СПЕКТРОМЕТРЕ

Дурнова И.А., Алексашина О.В.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», Москва
Ковалёв И.Б.
ГНЦ РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», Москва

В настоящее время в аналитических лабораториях все шире распространяется применение инструментальных видов анализа, в том числе и спектральных. Один из спектральных методов определения состава вещества на основе излучения – эмиссии возбужденных атомов образца осуществляется с помощью оптико-эмиссионного спектрометра. Здесь в качестве источника возбуждения эмиссии служит искровой или дуговой разряд. Оптико-эмиссионный спектрометр широко используют в заводских лабораториях (на производстве) в атомной промышленности, металлургии и других отраслях [1].

Применение данного средства измерений (СИ), в отличие от методов «мокрой химии», значительно сокращает время проведения анализа за счет упрощения пробоподготовки и отсутствия необходимости использования химических реактивов. Кроме того, данный вид анализа близок к неразрушающим методам контроля, что позволяет его использовать на технологическом оборудовании. Также он не представляет сложности в

эксплуатации операторами средней квалификации. Однако очень важную роль играет метрологическое обеспечение данного СИ.

Все приборы предыдущего поколения (советского и импортного производства) калибровали вручную, непосредственно перед каждым измерением, и таким образом учитывались внешние условия проведения анализа (температура, влажность, чистота аргона, качество пробоподготовки). Для этого все стандартные образцы по каждому элементу изготавливали в необходимом для анализа диапазоне содержаний – от низких до высоких концентраций [2].

Современные спектрометры в своем программном обеспечении содержат калибровочные кривые в широком диапазоне для всех анализируемых элементов. Эти зависимости получают при изготовлении и выпуске прибора фирмой-производителем с помощью анализа целого ряда стандартных образцов (СО). С помощью полученных эталонных калибровок прибор определяет концентрации элементов, заложенных в аналитическую программу. Однако реальные условия проведения анализа отличаются от условий измерений при заводской калибровке спектрометров (температура, влажность, чистота аргона, матричные влияния, старение прибора и т.д.). Это может значительно ухудшить точность измерений непосредственно при проведении анализов.

Поэтому приборы, однократно откалиброванные на заводе при изготовлении, дополнительно нуждаются в операции так называемой «рекалибровки».

Целью данной работы является: описать и показать необходимость проведения операции рекалибровки по одной точке для улучшения качества результатов анализа.

В ходе данного исследования были поставлены следующие задачи:

оценить понятие рекалибровки по одной точке и показать необходимость её применения на примере спектрального анализа сталей;

провести измерения ряда стандартных образцов с целью установления отклонения калибровочной кривой от заводской калибровки;

применить метод рекалибровки по одной точке для снижения погрешности измерений на конкретном стандартном образце стали.

Описание метода рекалибровки по одной точке. В общем случае рекалибровка может осуществляться несколькими путями.

Общая (полная) рекалибровка – анализ двух стандартных образцов для каждого определяемого элемента с концентрациями в начале и в конце рабочего диапазона. На основании полученных при анализе результатов программное обеспечение прибора корректирует заводскую калибровочную кривую. При этом ошибка внутри данного диапазона может оставаться достаточно большой.

Другой возможностью рекалибровки прибора является рекалибровка по одной точке (по ближайшему значению содержания искомого элемента в образце). Следует отметить тот факт, что различные фирмы-изготовители по-разному называют данную операцию. В дальнейшем будем придерживаться термина рекалибровка по одной точке. Особенность этого приёма заключается в том, что подбирается СО с максимально близким значением содержания определяемого элемента к анализируемому образцу. При этом ошибка измерения определяемой концентрации становится минимальной.

Для осуществления рекалибровки по одной точке необходимо предварительно определить приблизительный состав образца для подбора СО с наиболее близкими концентрациями анализируемых компонентов. Кроме того, должно быть учтено мешающее влияние других элементов образца, т.е. желательно подбирать СО, схожий не только по содержанию искомых элементов, но и по матричному составу с анализируемым. Затем требуется подвергнуть анализу стандартный и анализируемый образцы. Для этого потребуется использовать функцию, имеющуюся в программном обеспечении оптико-эмиссионного спектрометра – функцию рекалибровки по одной точке. Проводится обжиг стандартного образца, по которому проводится рекалибровка, и полученные результаты фиксируются прибором. В ходе данной операции задается возможная корректировка – аддитивная или мультипликативная. Прибор автоматически корректирует эталонные кривые для определяемых элементов, хранящиеся в памяти прибора, с учетом всех факторов, влияющих на анализ. После этого прибор готов к анализу образца с учётом возможных погрешностей.

Отметим, что для современных приборов требуются несколько другие стандартные образцы, по сравнению с используемыми СО в приборах предыдущего поколения. Они содержат концентрации, характерные для реальных анализируемых образцов, сразу по нескольким элементам (6-8 элементов).

Например, для стандартного образца предприятия (СОП), выпущенного АО «НПО «ЦНИИТМАШ» состава стали 10Х17Н13М2Т представлено содержание 8 элементов (табл. 1).

Таблица 1 – Состав стандартного образца стали 10Х17Н13М2Т

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
Паспортные значения, %	0,027	0,50	1,25	16,8	11,4	2,16	0,34	0,088
Абсолютная погрешность, %	0,004	0,03	0,04	0,30	0,20	0,06	0,006	0,004

Современные оптико-эмиссионные приборы позволяют одновременно определять все элементы, заложенные в аналитическую программу. Это значительно сокращает время анализа, так как при

рекалибровке по одной точке корректируются концентрации одновременно 6-8, перечисленных выше элементов (табл. 1).

В случае отсутствия в приборе функции рекалибровки по одной точке данную операцию можно осуществлять вручную, рассчитав соотношение измеренного содержания и паспортного значения, с помощью которого можно пересчитать концентрацию анализируемого элемента. Таким образом, можно получить скорректированные значения результатов анализа, учитывающие влияние мешающих компонентов и внешних условий проведения измерений.

Поэтому с целью снижения погрешности измерений была проведена рекалибровка по одной точке. В качестве рекалибровочного образца был использован стандарт с паспортным значением содержания молибдена 4,86%, как наиболее близкий по концентрации к исследуемому образцу. В ходе рекалибровки была использована аддитивная коррекция.

После рекалибровки по одной точке был проведен повторный обжиг СОПа с содержанием молибдена 5,72%, и результат измерения составил 5,76%. Таким образом, абсолютная погрешность между паспортным значением и измеренным значением концентрации составила 0,04%, что удовлетворяет ГОСТу Р 54153-2010 [3].

В ходе данной работы получены следующие результаты:

измерены концентрации в ряде стандартных образцов на примере молибдена и показано отличие реальной кривой от заводской калибровки;

применен метод рекалибровки по одной точке с целью снижения погрешности анализа;

доказана необходимость использования рекалибровки по одной точке в широком диапазоне концентраций молибдена в сталях.

Показано, что абсолютная ошибка при измерении концентрации молибдена с паспортным значением 5,72% при применении метода рекалибровки по одной точке составила 0,04 % при допустимом значении по ГОСТу Р 54153-2010 – 0,18%.

Таким образом, для уменьшения погрешности измерений показана необходимость применения рекалибровки по одной точке при анализе сталей на оптико-эмиссионном спектрометре. Описано, что с целью уменьшения времени проведения анализа необходима разработка нового типа стандартных образцов, позволяющих одновременно проводить рекалибровку по одной точке для нескольких элементов (не менее 6-8).

Список использованных источников:

1. Алексовский, В.Б. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: учеб. пособие для вузов / В. Б. Алексовский, В.В. Бардин, М.И Булатов. – Л.: Химия, 1988. – 376 с.

2. РД ЭО 0669-2006. Стали и сплавы трубопроводов и элементов оборудования атомных станций. Определение химического состава

методом атомно-эмиссионного спектрального анализа. Методическая инструкция. – М.: ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2006.

3. ГОСТ Р 54153-2010 Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа. – М.: Стандартинформ, 2012.

© Дурнова И.А., Алексашина О.В., Ковалёв И.Б., 2021

УДК 547.9:582

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ НА ВЫХОД БИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ОБЛЕПИХИ

Бикунина М.О., Караваева Е.Б.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Растительное лекарственное сырье является важным источником незаменимых для человека биологически активных веществ. Важными биологическими активными веществами растений являются каротиноиды, флаваноиды, антоцианы, сахара, органические кислоты, в том числе аскорбиновая и аминокислоты, принимающие участие во всевозможных биохимических процессах, поддерживающих жизнедеятельность клеток организма. В животных организмах большая часть упомянутых биологически активных веществ не синтезируется, а поступает с пищей растительного происхождения.

Облепиха – один из самых богатых природных источников биологически активных веществ для получения лекарственных, пищевых и витаминных препаратов. Основным ресурсом биологически активных веществ этого растения считаются плоды, из которых изготавливается масло. Однако, кора и лиственные побеги облепихи, как правило, становятся отходами при переработке плодов, которые также могут стать потенциальными источниками полезных веществ.

В связи с быстрым сокращением природных запасов, остро встает вопрос интенсивного природопользования. Одним из таких направлений является рациональное применение растительного сырья.

Объектом исследования были выбраны облиственные побеги облепихи, высушенные в различных условиях температурного режима. Химический состав плодов и листьев облепихи широко изучен. В этих частях растения обнаружено более 200 биологически активных соединений: флавоноиды, гликозиды, алифатические кислоты, углеводороды, альдегиды, спирты, углеводы, каротиноиды, витамины, полипренолы, стерины, нейтральные и кислые тритерпеноиды [1].

Было изучено влияние условий подготовки сырья, в частности, температуры, на выход биологически активных веществ липофильной природы. Использовали сырье, высушенное в интервале температур 25-60°С и предварительно замороженное при -18°С и высушенное при 25°С.

Высушенное сырье измельчали до частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм, потеря в массе при высушивании составляла не более 8,5%. В качестве экстрагента использовали гексан. Определение содержания масла в листьях облепихи проводили методом отстаивания при комнатной температуре [2].

Влажность сырья определяли в соответствии ГОСТ 28561 –90 [3]. Влажность сырья приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание масла и влажности в сырье

Температура сушки сырья,°С	Средняя массовая доля влажности, %	Среднее содержание масла в сырье, %
25	8,51	4,04
40	7,60	2,33
60	6,75	2,54
Замороженное	7,80	3,81

В сырье, высушенном или предварительно замороженном и высушенном при температуре 25°С содержание масла на 65% больше, чем в сырье, высушенном при повышенной температуре.

Спектры поглощения в гексане показали наличие каротиноидов и хлорофилла. Спектр поглощения приведен на рис. 1.

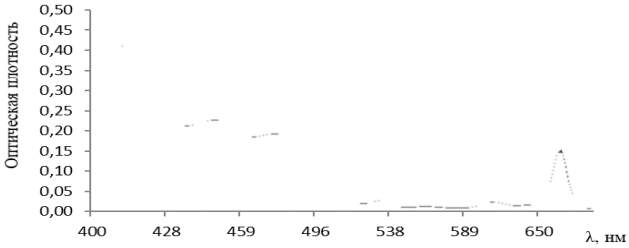


Рисунок 1 – Спектры поглощения экстракт листьев облепихи в гексане.

Состав липофильных веществ определяли по содержанию каротиноидов и хлорофилла по методикам [4, 5].

Количество каротиноидов рассчитывали по формуле 1:

$$C = \frac{D_1 \cdot 0,00208 \cdot P \cdot 10}{D_0 \cdot A} \quad (1)$$

где D1 – оптическая плотность исследуемого раствора; D0 – оптическая плотность раствора стандартного образца бихромата калия; P – разведение; 0,00208 – количество β-каротина в миллиграммах в растворе, соответствующем по окраске раствору стандартного образца бихромата калия; A – навеска абсолютно сухого сырья.

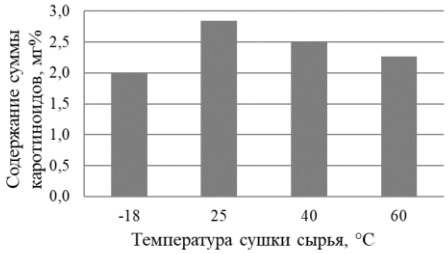


Рисунок 2 – Диаграмма содержания суммы каротиноидов в зависимости от температуры сушки.

В результате исследований было установлено (рис. 2), что в сырье, высушенном при 25°С содержание каротиноидов на 17% больше, чем в других образцах. Заморозка сырья приводит к снижению содержания каротиноидов [6].

Была изучена антиоксидантная активность в 70% растворе этанола. В качестве характеристики интегральной антиоксидантной мощности действия изученных экстрактов использовали показатель RS – степень радикального захвата (в %), которая рассчитывается по формуле 2:

$$RS = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \cdot 100 \quad (2)$$

где Ао – оптическая плотность (светопоглощение) исходного раствора радикала; Ах – оптическая плотность раствора после добавления образца (экстракта).

В качестве модельного антиоксиданта был выбран кверцетин – природный антиоксидант группы флавоноидов.

На рис. 3 приведена антиоксидантная активность изученных экстрактов в 70% этаноле

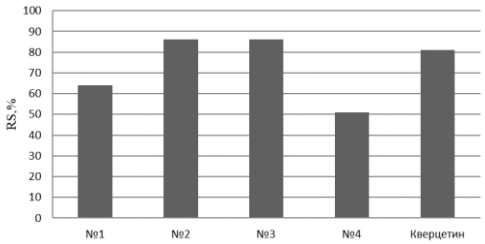


Рисунок 3 – Диаграмма результатов исследования антиоксидантной активности водно-этанольных экстрактов из листьев облепихи №1 – 25°С, №2 – 40°С, №3 – 60°С, №4 – замороженное сырье.

В результате полученных данных установлено, что наибольшее количество каротиноидов содержится в сырье, высушенном при 25°С, антиоксидантная активность выше в сырье, высушенном при температуре 40°С и 60°С. Оптимальная температура для подготовки сырья составила 25-60°С.

Список использованных источников:

1. Т.П. Кукина, Д.Н. Щербаков, К.В. Геньш, Н.В. Пантелеева, Е.А. Тулышева, О.И. Сальникова, А.Е. Гражданников, П.В. Колосов, Г.Ю. Галицын. Биоактивные компоненты эфирного экстракта древесной зелени облепихи HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. // Биоорганическая химия.2016. №1.С.37-42.

2. Государственная фармокопея РФ. XIV изд. Том 3., М.,2018.–2356 с.

3. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги. – Введ.01.07.97. –М.: Стандартинформ, 2011.С. 22.

4. Ветров Л.П., Гарная С.В., Долганенко Л.Г. Определение содержания липофильных веществ и суммы каротиноидов в растительном сырье // Химико-фармацевтический журнал.-1989.-№3.-С. 320

5. Наймушина Л.В., Карасева А.Ю. Спектрофотометрическое исследование накопления хлорофилла и его производных в экстрактах мелиссы лекарственной при использовании двухфазной системы растворителей // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. 2012. - С. 277-279.

6. О. В. Тринеева, А. И. Сливкин. Валидация методики определения каротиноидов в плодах облепихи различных способов консервации //Вестник Воронежского государственного университета.2016. №2.С.145-151.

© Бикунина М.О., Караваева Е.Б., 2021

УДК 675.024.4:547.458.83

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ МАЛЬТОДЕКСТРИНА НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ БЕЛКА

Борисов А.А., Чурсин В.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Серьезные проблемы, связанные с охраной окружающей среды, здоровья и безопасности работников, вынуждают инженеров-технологов кожевенного производства разрабатывать альтернативные методы дубления. Однако, большинство из предлагаемых технологий, основанных на использовании соединений алюминия, титана, циркония, не позволяют получать кожу с требуемыми функциональными свойствами. Применение растительных дубителей, хотя и решает ряд экологических проблем, но не обеспечивает необходимую эластичность и устойчивость к биоповреждениям. Таким образом, получение новых бесхромовых дубителей, обладающих способностью увеличивать термостойкость

белоксодержащих материалов, остается одной из основных задач химиков-технологов.

Разработка новых дубильных веществ из возобновляемой биомассы рассматривается как эффективная стратегия устойчивого развития кожевенной промышленности. В синтезе таких реакционноспособных дубителей особое место занимают химически модифицированные полисахариды, содержащие альдегидные группы [1, 2]. Известно, что присутствие в полисахаридах альдегидных групп, способных образовывать с аминогруппами белка прочных ковалентных связей, позволяет повысить термостойкость коллагена, и получить полуфабрикат для производства кожи с новыми свойствами.

Целью исследования являлось изучение особенностей периодатного окисления мальтодекстрина. Мальтодекстрины, содержащие в своем составе как простые сахара, так и полисахариды, являются доступным и возобновляемым сырьем, и широко используются в различных отраслях промышленности [3]. Мальтодекстрин состоит из мономерных звеньев глюкозы, соединенных в цепи переменной длины посредством α (1 → 4) гликозидных связей. Структурная формула мальтодекстрина представлена на рис. 1.

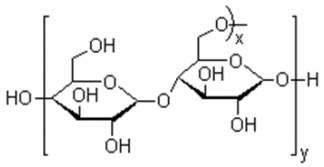


Рисунок 1 – Структурная формула мальтодекстрина

Окисление мальтодекстринапериодатом натрия проводили в растворе полисахарида по методике, представленной в работе [4]. Периодат натрия характеризуется высокой биосовместимостью и не оказывает негативного влияния на биологические объекты. Синтез альдегидных производных мальтодекстрина проводили при температуре 23-25°С, поскольку с повышением температуры возрастает опасность окисления альдегидных групп до карбоксильных. В реакционной смеси может присутствовать остаточное количество окислителя, в том числе восстановленного до иодата, и, возможно, до свободного иода, что проявляется в желто-коричневой окраске смести при длительном хранении. Поэтому, для удаления ионов иодата и периодатав реакционную смесьпосле завершения синтеза диальдегидмальтодекстрина вводили хлорид бария. Содержание альдегидных групп в окисленном полисахариде определяли методом титрования с использованием гидроксиламин гидрохлорида, а также определением количества муравьиной кислоты, которая образуется при полном окислении мальтодекстрина в щелочной среде. Результаты исследований кинетики окисления представлены на рис. 2.

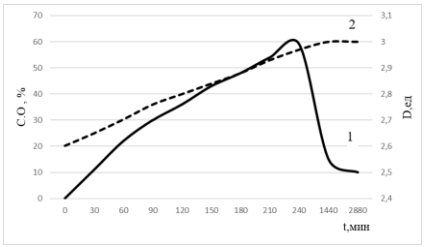


Рисунок 2 – Зависимость степени окисления (1) и оптической плотности (2) мальтодекстрина от продолжительности реакции.

Как видно из рис. 2, увеличение продолжительности реакции более 4 часов приводит к снижению степени окисления, что связано с протеканием побочной реакции – окисления образующихся альдегидных групп до карбоксильных [5, 6].

В результате окисления получают олигомер с открытой цепью, содержащий альдегидные группы. Учитывая, что функциональные альдегидные группы могут образовывать поперечные связи со свободными аминогруппами белка, диальдегидмальтодекстрин можно использовать в качестве нового сшивающего реагента для коллагена. Взаимодействие диальдегидных производных мальтодекстрина с белком исследовали на модельном соединении, в качестве которого использовали пищевой желатин, являющийся продуктом переработки коллагенсодержащего животного сырья. В ходе эксперимента пленку желатина обрабатывали в растворах окисленного мальтодекстрина различной степени окисления в течение 2 часов. После промывки и подсушки пленки определяли температуру плавления желатина и прочностные характеристики пленок. результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица1 – Влияние степени окисления мальтодекстрина на температуру плавления и прочностные свойства пленок желатина

Толщина образца, мм	Степень окисления, %	Температура плавления, °С	Нагрузка при разрыве, Н	Предел прочности при растяжении, МПа	Удлинение при разрыве,	
					мм	%
0,59	0	34	6,0	0,60	88	586
0,62	22	45	7,8	0,74	74	493
0,64	36	52	8,2	0,75	73	486
0,5	48	54	8,3	0,98	72	480
0,5	59	57	8,5	1,0	70	466

Результаты эксперимента показали, что по сравнению с исходной пленкой температура плавления желатина увеличивается на 11, 15 и 21°С и коррелирует со степенью окисления мальтодекстрина. Аналогичная тенденция отмечена при определении прочностных характеристик желатиновых пленок. Увеличение прочности и снижение относительного удлинения желатиновых пленок при более высокой степени окисления мальтодекстрина свидетельствует о структурировании макромолекул

желатина за счет образования сетки поперечных связей между аминогруппами белка и альдегидными группами полисахарида.

Последующие эксперименты по дублению голья показали, что при использовании дубителя на основе окисленного мальтодекстрина можно получить светлый полуфабрикат с температурой сваривания 72-75°С.

Таким образом, установлено, что с увеличением времени окисления, степень окисления и количество альдегидных групп в мальтодекстрине увеличивается. При этом максимальная степень окисления достигается через 4 часа обработки мальтодекстринапериодатом натрия.

Исследование взаимодействия окисленного мальтодекстрина с белками на модельных соединениях (пленка желатина) показало, что с увеличением степени окисления МД температура плавления желатина возрастает, при этом увеличивается прочность желатиновых пленок.

Список использованных источников:

1. Changdao Mu,Preparation and properties of dialdehydecarboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films./Changdao Mu, JiminGuo, Xinying Li, Wei Lin, Defu Li.// FoodHydrocolloids. – 2012. – V. 27. – N. 1. – P. 22-29

2. ЧурсинВ.И., Дубящая способность окисленной гидроксиэтилцеллюлозы. / ЧурсинВ.И., ЧирковаН.А.// Известия вузов Химия и химическая технология. – 2007. – Т.50. –Вып.10. – С.132-135

3. João Maia, Insight on the periodate oxidation of dextran and its structural vicissitudes/João Maia, Rui A. Carvalho, Jorge F.J. Coelho, Pedro N. Simões, M. Helena Gil.//Polymer. –2011.–V. 52.– N. 2.–P. 258-265

4. Чурсин В.И., Борисов А.А.Окислительная модификация мальтодекстрина. Материалы XV1 Международной научно-практической конференции "Кожа и мех в XX1 веке:технология, качество, экология, образование. Улан-Удэ. 2020 г. с. 28-36

5. Гумникова В.И., Изучение химического строения диальдегиддекстранов, полученных периодатным окислением в различных условиях. / Гумникова В.И., Дятлов В.А., Гребенева Т.А., Круппа И.С., Киреев В.В., Бахмутов В.И // Пластические массы. – 2013.– № 6. – С. 44-50

6. Wei Ding, Preparation of a Highly Effective Organic Tanning Agent with Wide Molecular Weight. Distribution from Bio-Renewable Sodium Alginate./ Wei Ding, Yudan Yi, Ya-nan Wang, Jianfei Zhou, Bi Shi.// ChemistrySelect. – 2018. –V. 43. –N.3. –P. 12330-12335

© Борисов А.А., Чурсин В.И., 2021

УДК 544.252.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИЛОВ

Варакина С.В., Грачёва А.В., Калугина Д.С.,
Захарова В.А., Черноусова Н.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Современный рынок упаковки заинтересован в использовании качественных, конкурентоспособных, но имеющих низкую себестоимость, материалов. Спрос на полимерное сырье обусловлен его уникальными свойствами [1]. Упаковочные полимерные материалы способствуют не только долгосрочному и контролируемому хранению товара без потери качества, но и успешной его реализации, в условиях жесткой конкуренции. Такая упаковка комфортна в использовании, манипулятивна при распаковке, обладает малым весом и низкой стоимостью, и, кроме этого, способна гибко реагировать на разнообразные внешние воздействия, которые могут привести к изменению состава или потере качества продукта.

В процессе разработки и изготовления упаковочного изделия, одну из основополагающих ролей играет материал. Установлено, что при решении некоторых технических вопросов, в частности подбора типа полиграфического оформления, способа «активирования» поверхности, выбора фасовочно-упаковочных автоматов, способа проклейки или покраски, а также учета долговечности печатных форм, немаловажным фактором является состояние и податливость поверхности упаковываемого материала к различным видам воздействий или обработки. Так же при создании и поиске всевозможных путей модификации упаковочных материалов на основе полимеров и сополимеров, с целью получения изделия с желаемыми свойствами, следует учитывать вклад поверхностной энергии, являющейся одним из важнейших численных показателей, характеризующих свойства поверхности. Что, в значительной степени, определяет пути обработки и модификации, критерии оценки качества и методы испытания поверхностных свойств полимерных материалов.

Методы исследования поверхностных свойств занимают одну из основополагающих позиций, поскольку информация о поверхности дает представление о таких базовых процессах как когезия, адгезия и адсорбция. В настоящее время, существует целый ряд методов исследования свойств и оценки параметров поверхности упаковочных материалов [2]. При контакте поверхности упаковочного материала с продукцией, также следует учитывать значение межфазной энергии контактирующих фаз, смачивание

поверхности, гидрофобные/лиофобные и гидрофильные/лиофильные эффекты. Численные значения поверхностной энергии позволяют оценить гигиенические свойства, стойкость материала к воздействию влаги и жиров, как из внешней, так и внутренней среды. Математический метод расчета поверхностной энергии по А.А. Аскадскому [3] позволяет сделать достоверный прогноз о свойствах поверхности полимерного упаковочного материала на границе раздела.

Целью данной расчетной работы является получение теоретической информации о значениях поверхностной энергии материала, минуя при этом приборные измерительные исследования, в рамках расширения сведений о возможных путях модификации, и проведении оценки практической применимости и пригодности поверхности упаковочного изделия в зависимости от вида выбранного полимерного сырья.

С целью получения расчетных сведений о значениях сумм Ван-дер-Ваальсовых объемов и энергии когезии, поверхностном натяжении и вкладе работы когезии, в качестве исходных материалов были выбраны следующие полимеры, широко зарекомендовавшие себя в упаковочной отрасли: полипропилен (ПП), полиэтилентерефталат (ПЭТФ), поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПЭ) и полистирол (ПС) [1]. Исходя из вышеуказанного перечня, для расчетов были выбраны следующие сополимеры: ПП-ПЭТФ, ПЭ-ПЭТФ, ПВХ-ПС.

В основе данной расчетной работы лежит метод аддитивного атомного прогнозирования свойств полимерных материалов Андрея Александровича Аскадского [4]. Исходя из химического строения полимерного звена, базируясь на математической модели, рассчитывается поверхностное натяжение и осуществляется прогноз индивидуальных свойств полимерного материала. Аддитивная модель базируется на суммировании Ван-дер-Ваальсовых объемов атомов и, через математическую модель, преобразовывается в поверхностную энергию, с учетом длинноцепочного строения полимеров и сополимеров, а также неоднозначной трактовки повторяющегося звена. Расчет свободной энергии поверхности полимера производится по формуле:

$$\gamma_{П} = C_i \frac{\sum_i E_i^*}{\left(\sum_i V_i\right)^{2/3} m^{1/3}} \quad (1)$$

где, $\gamma_{П}$ - величина поверхностной энергии; $\sum_i E_i^*$ - сумма энергии когезии; C_i - инкремента, зависящая от строения полимерного звена; m- количество атомов в повторяющемся звене полимера; $\sum_i \Delta V_i$ - сумма Ван-дер-Ваальсовых объемов атомов, входящих в молекулу.

Поверхностное натяжение оказывает существенное влияние на работу когезии, которая, в свою очередь, определяет затраты энергии на процесс разрыва тела, приравнивающиеся к единице сечения площади. Учитывая, что при разрыве образуется поверхность в две единицы площади, то работа когезии равна удвоенному значению поверхностного натяжения на границе раздела и описывается следующей формулой:

$$W_к = 2\gamma_П \qquad (2)$$

где, $W_к$ - работа когезии; $\gamma_П$ - величина свободной энергии поверхности.

Рассчитанные, по формуле 1 и 2, значения для вышеуказанных полимерных упаковочных материалов, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Расчетные численные значения для полимерных материалов [4].

Полимер	$\sum_i E_i^*$, Дж/моль	$\sum_i \Delta V_i$, А3	$\gamma_П$ по уравнению, Дж/м^2	$W_к$, Дж/м^2	$\gamma_П$ эксп, Дж/м^2
Полипропилен	14885	51,3	0,0388	0,0776	0,029-0,0296
Полиэтилентерефталат	43547	169,9	0,0381	0,0762	0,041-0,047
Поливинилхлорид	11055	49,0	0,0342	0,0684	0,039-0,0415
Полиэтилен	5401	34,2	0,0360	0,072	0,031-0,0357
Полистирол	22990	109,7	0,0405	0,081	0,0330-0,0430

В качестве нового направления математического прогнозирования, базирующегося на аддитивной модели, были получены теоретические параметры, характеризующие свойства поверхности сополимеров, применяемых в упаковочной отрасли. Для расчета свободной энергии сополимеров использовали следующую формулу:

$$\gamma_П = (\alpha_1 C_{j,1} + \alpha_2 C_{j,2}) \frac{\alpha_1 (\sum_i E_i^*)_1 + \alpha_2 (\sum_i E_i^*)_2}{[\alpha_1 (\sum_i V_i)_1 + \alpha_2 (\sum_i V_i)_2]^{2/3} (\alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2)^{1/3}} \qquad (3)$$

где, $\gamma_П$ - величина поверхностной энергии; α_1, α_2 - молярные доли компонентов 1 и 2; $\sum_i \Delta V_i$ - их Ван-дер-Ваальсовы объемы; m_1, m_2 - количество атомов в повторяющихся звеньях компонентов 1 и 2; C_i - инкремента, зависящая от строения полимерного звена.

Полученные численные значения для сополимерных упаковочных материалов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Расчетные численные значения для сополимеров

Сополимеры	$\sum_i E_i^*$, Дж/моль	$\sum_i \Delta V_i$, А3	$\gamma_П$ по уравнению, Дж/м^2	$W_к$, Дж/м^2
Полипропилен-полиэтилентерефталат	58432	221,2	0,0156	0,0312
Полиэтилен-полиэтилентерефталат	48948	204,1	0,0153	0,0306
Поливинилхлорид-полистирол	34045	158,7	0,0186	0,0372

Таким образом, были проведены расчеты поверхностного натяжения упаковочных материалов, а именно полимеров и сополимеров на их основе, без использования экспериментальной установки, базируясь на аддитивной модели вкладов Ван-дер-Ваальсовых объемов атомов. Осуществлен математический прогноз особенностей поверхностных свойств вышеуказанных материалов. Полученные показатели во многом определяют пригодность поверхности упаковочного материала для дальнейшей ее модификации и обработки, а также целевого использования.

Список использованных источников:

1. Jeevahan J. et al. A brief review on edible food packing materials //Journal of Global Engineering Problems and Solutions. – 2017. – Т. 1. – №. 1. – С. 9-19.

2. Ухарцева И. Ю., Цветкова Е. А., Гольдаде В. А. Методы контроля свойств полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов (обзор) //Пластические массы. – 2020. – №. 1-2. – С. 48-56.

3. Аскадский А. А., Кондращенко В. И. Компьютерное материаловедение полимеров. – 1999.

4. Аскадский А. А., Размадзе Т. Р. Универсальная расчетная схема для оценки поверхностного натяжения органических жидкостей и полимеров //Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 1991. – Т. 33. – №. 5.

© Варакина С.В., Грачёва А.В., Калугина Д.С., Захарова В.А., Черноусова Н.В., 2021

УДК 581.192: 677.042.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПОНИНСОДЕРЖАЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ В СОСТАВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Варварычева А.В., Ручкина А.Г.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В последние несколько десятилетий наблюдается резкий рост использования натуральных компонентов в косметических продуктах, в том

числе гигиенических моющих средствах. Растительные вещества могут использоваться в натуральном, очищенном или модифицированном виде. Активные ингредиенты растений, в том числе витамины, фитогормоны, биофлаваноиды, ферменты, дубильная кислота, фруктовые кислоты, аминокислоты, сахара, гликозиды и эфирные масла оказывают комплексное благотворное влияние на кожу и волосы, и могут быть полезны в косметических составах. Растительные препараты или составы на их основе в настоящее время составляют реальную альтернативу синтетическим ингредиентам [1].

Сапонины представляют собой природные высокомолекулярные гликозиды с выраженными пенообразующими характеристиками. Они встречаются во многих растениях, но получили свое название от растения мыльнянка (Saponária), корень которой исторически использовали в качестве мыла. Название сапонин происходит от латинского sapo (мыло).

Сапонины – это вещества с высоким пенообразованием, поэтому они отлично подходят для использования в качестве поверхностно-активных веществ. Сапонины превосходны при использовании в мыле, шампунях, кремах, лосьонах, средствах для бритья, средствах для мытья тела и т. д.

Сапонины, как природные эмульгаторы, могут образовывать мицеллы в водном растворе, имеют поверхностную активность, способны снижать поверхностное натяжение воды [2]. Функциональная активность обусловлена дифильным характером строения молекулы. Из-за возникновения межмолекулярных водородных взаимодействий моносахаридных остатков на границе раздела фаз могут образовываться прочные двухслойные адсорбционные слои, они обеспечивают высокую устойчивость пен и эмульсий [1, 2].

Они нашли практическое применение, благодаря способности к пенообразованию, причем разработанные моющие средства отличаются универсальностью и пригодны для очистки и обезжиривания как от смазочных материалов, так и пищевых жиров.

Например, описано техническое моющее средство на основе сапонинов, предназначенное для металлических, пластмассовых поверхностей от всех типов индустриальных масел [3].

Еще одна разработка на основе сапонинсодержащего сырья относится к косметическим, очищающим и моющим композициям, она представляет собой универсальное сухое моющее и очищающее средство, содержащее перемолотые части сапонинсодержащих растений [4].

Сапонины – вещества, нашедшие применение в практической медицине, в фармацевтической промышленности. На их основе приготавливают лекарственные средства разных групп действия. Экстракты лекарственных сапонинсодержащих растений, часто входят в состав биологически активных добавок, поддерживающих иммунную систему.

Используются сапонины и в пищевой промышленности, хотя и несколько ограничено. Они применяются в производстве алкогольных пенных напитков и некоторых кондитерских изделий.

Таким образом, сапонинсодержащее сырье находит применение в фармацевтической, пара-фармацевтической, пищевой промышленности, в производстве косметики и гигиенических моющих средств.

Цель настоящей работы: получение и испытание косметических моющих композиций, содержащих водные экстракты сапонинсодержащего растительного сырья, частично или полностью замещающего синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ) для улучшения имиджа конечного продукта.

В качестве объектов изучения моющих составов выбраны образцы шерстяной ткани и натуральных обесцвеченных волос. Образцы загрязняли пигментно-масляной смесью и затем очищали с помощью приготовленных составов в соответствии с рекомендациями ГОСТ 22567.15-95. Рецептуры двух очищающих составов были изготовлены на основе введения в них сапонинсодержащего сырья.

Рецептура 1: Экстракт Sapindus Mukorossi, PEG-40, Polyquaternium 7, SLS (Sodium Lauryl Sulphate), Distilled water, CAPB, Sodium Chloride.

Рецептура 2: Экстракт мыльного корня, Distilled water.

Спектры отражения получали с помощью спектрофотометра Datacolor mod.3880 с пакетом программ для решения задач текстильной колористики «Павлин».

Результаты исследования показали, что сапонинсодержащие продукты проявляют поверхностно-активные свойства, удаляют загрязнения как с поверхности волоса (рис. 1), так и шерстяной ткани (рис. 2). В рецептуре 1 присутствуют синтетические ПАВ, рецептура 2 полностью натуральна.

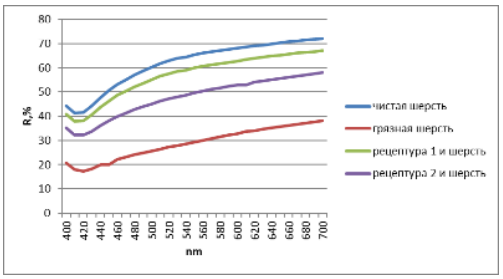


Рисунок 1 – Спектры отражения образцов шерстяной ткани

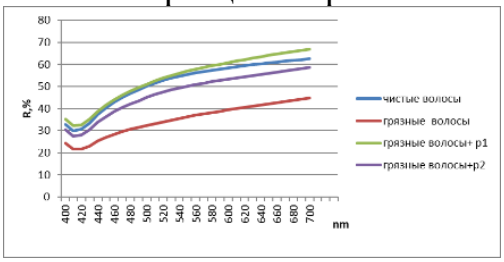


Рисунок 2 – Спектры отражения образцов волос

Список использованных источников:

1. Мельникова М.Н., Арсеньева Т.П., Кузьмичева Н.Ю. Исследование возможности получение сапонинов из плодов мыльного дерева Sapindus Trifoliatus/ Ползуновский вестник – 2019., №4.-с. 39-42.

2. Патент 2514047 РФ. Универсальное сухое моющее и очищающее средство/Каменик И. В., Каменик Ю.М. – Заявлено 22.02.12. – Опубл. – 27.04.14

3. Moghimipour E. , Jasemnezhad M. , Mohammad Soleymani S. , Salimi A. Preparation and evaluation of a free surfactant herbal shampoo with Acanthophyllum Squarrosum Saponins/ J Cosmet Dermatol . 2021 ; 20 : 181 - 187 .

4. Patel I., Talathi A. Use of traditional Indian herbs for the formulation of shampoo and their comparative analysis/ International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Vol. 8, no. 3, Mar. 2016, pp. 28-32

© Варварычева А.В., Ручкина А.Г., 2021

УДК 66.061.34:582.912.4: 544.77.023.523

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ЛИСТЬЕВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ НА ОСНОВАНИИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСТРАКТОВ

Вейс С.А., Ручкина А.Г., Матвеева В.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Процессы экстракции широко применяют для извлечения биологически активных веществ (БАВ) растений. К современным технологиям, с помощью которых можно получать экстракты с высоким содержанием БАВ, относят ультразвуковую, виброкавитационную и сверхкритическую флюидную CO_2 экстракции, которые позволяют избежать деструкцию БАВ, максимально сохраняя биологическую ценность всех компонентов. Выбор метода, как правило, определяется возможностями производства, а также природой экстрагируемых веществ.

Применение современных методов интенсификации процессов экстракции отличается существенными преимуществами по сравнению с традиционными технологиями обработки сырья. Они обеспечивают глубокое проникновение растворителя в материал с клеточной структурой, уменьшают продолжительность обработки, обеспечивают более высокий выход продукта и воспроизводимость, снижают расход растворителя, увеличивают скорость процесса. Процесс становится более экологичным и экономически обоснованным [1]. Однако для выбора метода и параметров

экстракции в соответствии с поставленными задачами, как правило, требуются дополнительные исследования с более широким набором параметров определения эффективности.

Работами, проведенными на кафедре ранее показана перспективность использования экстрактов листьев голубики высокорослой как потенциального источника антиоксидантов фенольного типа. Были определены такие характеристики, как антиоксидантная активность, содержание фенольных соединений [2]. Продолжая исследование в этом направлении и оценивая методические возможности, в настоящей работе приведено сравнение методов экстракции на основании анализа размеров частиц полученных экстрактов.

В качестве объектов исследования выбраны сухие листья голубики высокорослой (Vaccinium corymbosum) собраные вручную и высушенные в естественных условиях г. Кропоткин Краснодарского края октябрь 2020 г.

Водно-этанольные (80:20% об.) экстракты получали с помощью методик: кипячение с обратным холодильником в экстрагенте (традиционный), ультразвуковая экстракция с использованием ванны, ультразвуковая экстракция с использованием погружного зонда.

В работе использована низкочастотная (35 кГц) ультразвуковая ванна «Сапфир - 1,3 / 2 ТТЦ (РМД)», а также ультразвуковой диспергатор «Волна» мощностью 200 Вт (частота 28 кГц). Использование ультразвуковых волн при экстракции БАВ из растительного сырья характеризуется сочетанием механического воздействия (размол, разрыв клеток) с турбулизацией среды [3].

По завершении экстракции проводили фильтрование от сырья через ткань. Таким образом размер частиц можно рассматривать как характеристику метода. Исходные экстракты, полученные по традиционной методике, представляли собой опалесцирующие коллоидные системы. Экстракты, полученные с помощью ультразвука представляли собой мутные системы, склонные к формированию осадка в течение нескольких дней.

Размер частиц определяли при помощи анализатора Photocor Mini (ООО «Фотокор» Россия) [4], принцип действия которого основан на методе динамического рассеяния света. Метод позволяет определить коэффициент диффузии и рассчитать радиус дисперсных частиц в жидкости путем анализа корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного света. В целом все экстракты характеризовались широким разбросом размеров частиц от десятков нанометров до миллиметра.

Нами принято условное разделение зарегистрированных частиц экстрактов на две фракции: среднедисперсная с размером частиц $1 \leq d \leq 1000$ нм: и грубодисперсная $d > 1000$ нм, где d – диаметр частицы [5]. Результаты представлены на рис. 1.

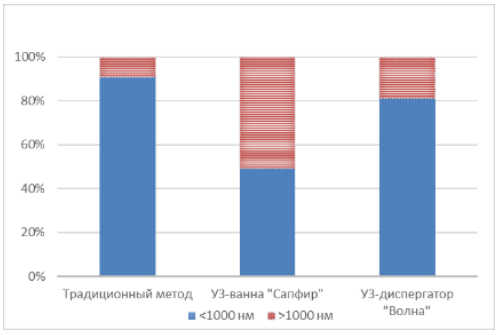


Рисунок 1 – Распределение частиц экстрактов листьев голубики по фракциям

Традиционный метод позволяет получать экстракты с преобладающим (до 90% от общего числа) размером частиц 380 нм.

При использовании ультразвукового зонда получены экстракты с высоким (~ 80%) содержанием наноразмерных частиц <100 нм.

Экстракты, полученные с помощью ультразвуковой ванны отличаются примерно равным соотношением средне- и грубодисперсной фракций, причем для первой характерны частицы с размерами не более 640 нм.

Сравнение полученных данных показывает, что ультразвуковой способ экстракции оказывает на растительное сырье более сильное механическое воздействие, особенно при использовании погружного зонда. Низкочастотная ультразвуковая ванна позволяет получать экстракты с более крупными частицами, чем при использовании традиционной технологии. Различия в экстрактах, полученных с помощью ультразвука с использованием ванны и зонда-диспергатора можно объяснить потерей энергии при преодолении разделяющих сред воздействия: вода в ванне и стеклянная стенка реактора.

Авторы выражают благодарность технологическому центру коллективного пользования технопарка «Слава» и лично его руководителю Чмутину И. А., канд. физ-мат. наук, а также заместителю руководителя Шмаковой Н.С. за предоставленные в пользование УЗ-дисперегатор «Волна», анализатор размеров частиц Photocor Mini и. методическую поддержку.

Список использованных источников:

1. Белокуров С. С., Наркевич И. А., Флисюк Е. В., Каухова И. Е., Ароян М. В. Современные методы экстрагирования лекарственного растительного сырья (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. – 2019. Т.53, № 6.- С. 45–50.

2. Лазарев А.С., Кляузова А.В., Ручкина А.Г., Кобраков К.И., Шпигун Л.К. Состав и антиоксидантные свойства экстрактов из листьев голубики высокорослой (Vaccinium corymbosum L.) // Химия растительного сырья. 2019. №4. С. 223–232. DOI: 10.14258/jcprm.2019045498.

3. Маргулис, М.А. Основы звукохимии / М.А. Маргулис. – М. : Высшая школа, 1984. – 272с.

4. https://www.photocor.ru/theory/dynamic-light-scattering

5. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия.-Сп-б.: Лань,2010.- 336с.

© Вейс С.А., Ручкина А.Г., Матвеева В.И., 2021

УДК 66.022.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ

Галанов В.Е., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Большинство искусственных кож (ИК) представляют собой многослойные материалы, состоящие из основ, пропитанных полимерным связующим и пленочных полимерных покрытий, нанесенных на основу. Таким образом, полимерные составы используется как для пропитки, так и для формирования лицевых покрытий ИК [1]. Технология реализации процессов пропитки и пленкообразования, во многом, определяется характеристиками и свойствами, применяемых полимерных композиций. В случае водных дисперсий полимеров, это, прежде всего, их коллоидно-химические характеристики, от которых зависит не только седиментационная и агрегативная устойчивость связующего, но и свойства получаемых изделий [2].

Цель работы – исследование полиуретановых водных дисперсии для производства искусственных кож.

В качестве объектов исследования в работе использованы водные дисперсии полиуретанов марки Аквапол ® (Аквапол 11, Аквапол 22) производства ООО «МПП «Макромер» (Россия).

Полиуретановые дисперсии могут быть получены двумя способами: диспергированием растворов ПЭУ в воде и методом синтеза. Первый случай предполагает использование для диспергирования большого количества ПАВ и защитных коллоидов, которые придают изделиям сверхвысокую гидрофильность [3].

Более перспективно получение стабильных полиуретановых латексов методом синтеза в отсутствие эмульгаторов. Именно этим способом получают латексы марки Аквапол ®.

Синтез водных дисперсий полиуретанов можно разделить на две основные стадии. На первой проводят реакцию взаимодействия полиола с избытком полиизоцианата, в результате чего получают форполимер,

который затем удлиняют. На этой стадии к форполимеру или удлинителю цепи добавляют специальные солюбилизирующие и диспергирующие добавки, необходимые для диспергирования полимера в воде. Процесс удлинения полиуретанового форполимера с концевыми изоцианатными группами проводят в органическом растворителе, как правило, ацетоне. Удлиненный полимер называют полиуретаномочевиной.

На заключительной стадии синтеза к раствору полимера в ацетоне добавляют воду, получая таки образом дисперсию. Растворитель удаляется перегонкой [3].

На свойства синтезируемой дисперсии оказывают влияние такие факторы как: тип полиола и его молекулярная масса, использование простого или сложного полиэфира; вид диизоцианата; тип ионной группы; вид сорастворителя и его содержание, наличие модифицирующих добавок и др. Кроме того известно, что в настоящее время «Макромер» широко внедряет новую технологию синтеза простых полиэфирполиолов с DMC-катализатором (double metal cyanide catalyst), которая позволяет получать высокомолекулярные полиэфиры (до молекулярной массы 25 000) с высокой функциональностью по концевым ОН-группам [3].

Полиуретановые дисперсии марки Аквапол ® относятся к анионным дисперсиям. Они представляют собой жидкости с pH от 6,5 до 8,5. Средний размер частиц дисперсий Аквапол ® можно варьировать в широких пределах от 20 до 300 нм. Аквапол 11 получают с использованием ароматического диизоцианата, Аквапол 2-алифатического. Сухой остаток и вязкость первого составляют 38-42% и 1000 мПа×с (Т=250С), второго 28-32 и 100 соответсвенно [4].

Контрольное определение сухого остатка показало, что партия латексов, используемых в работе по данному показателю отвечает указанному производителем диапазону. Экспериментально определенный сухой остаток Аквапол ® 11составил 41,91%, Аквапол ® 22- 32,04%.

Латексы марки Аквапол ® относятся к анионактивным дисперсиям, то есть стабилизированы анионактивными стабилизаторами и их частицы несут на своей поверхности отрицательный заряд. Такие латексы способны к коагуляции под действие электролита. Этот процесс характеризуется показателем порога коагуляции (табл. 1).

Из табл. 1 очевидно, что не смотря на разный химический состав применяемых дисперсий, они обладают практически одинаковой устойчивостью к действию электролита и начинают коагулировать в шестой пробирке. Это говорит о том, что латексы стабилизированы веществами одинаковой ионной активности, с близким их содержанием в дисперсиях. Несмотря на одинаковый порог коагуляции, визуальная оценка процесса взаимодействия с коагулирующим агентом показала, что латекс Аквапол ® 11 коагулирует быстрее, чем латекс Аквапол ® 22. В первом случае процесс

коагуляции начинается с образования пленочных структур, во втором случае образуется неплотный осадок. Далее визуальных различий в поведении дисперсий не наблюдается вплоть до порога коагуляции 12. В латексах образовывается осадок в виде агломератов неправильной формы. При этом отмечено, что при коагуляции Аквапол ® 22 избыточным коагулянтом происходит смена окраски коагулюма с белой на желтую. В целом из полученных результатов следует, что вплоть до порога коагуляции 6, Аквапол ® марки 11 и 22 обладают и седиментационной и агрегативной устойчивостью, т.е. частицы дисперсной фазы находятся во взвешенном состоянии, не оседают и не образуют агломератов. При пороге коагуляции 6-7 происходит потеря седиментационной устойчивости, образуется взвесь в виде пленочных фрагментов и хлопьев, а, начиная с порога коагуляции 8, происходит укрупнение частиц и потеря агрегативной устойчивости.

Таблица 1 – Результаты определение порога коагуляции водных дисперсий полиуретанов

Условное количество добавляемого коагулянта (№ пробирки)	Аквапол ® 11	Аквапол ® 22
1 -5	Нет коагулюма	Нет коагулюма
6	Коагулюм в виде пленки	Коагулюм в виде небольших сгустков
7	Коагулюм в виде хлопьев	Коагулюм в виде хлопьев
8-10	Коагулюм в виде сгустка	Коагулюм в виде плотного сгустка
11-12	Коагулюм в виде агломератов неправильной формы	Коагулюм в виде агломератов неправильной формы
13	Коагулюм в виде агломератов неправильной формы	Коагулюм в виде агломератов со сменой окраски с белой на желтую
14	Коагулюм в виде агломератов неправильной формы	Коагулюм в виде агломератов со сменой окраски с белой на желтую

Одной из важных характеристик латексов, отвечающих за их стабильность, является устойчивость к разбавлению водой, так как технология переработки водных дисперсий, как правило, требует их доведения до нужной концентрации. В ходе эксперимента установлено, что оба латекса чрезвычайно устойчивы к разбавлению. Это, по-видимому, является результатом вклада в этот параметр двух факторов. Если для дисперсий, стабилизированных поверхностно-активными веществами (ПАВ) при разбавлении водой часть эмульгатора смывается с поверхности частиц дисперсной фазы и переходит в дисперсионную среду, в результате чего снижается агрегативная устойчивость латекса и он преждевременно коагулирует, для полиуретановых водных дисперсий, которые стабилизированы гидрофильными группами, выполняющими роль диспергирующих агентов этого не происходит. Вторым фактором устойчивости латексов к разведению водой может являться размер частиц

дисперсионной фазы. Известно, что чем меньше размер частиц, тем выше седиментационная и агрегативная устойчивость латексов.

Большинство синтетических латексов являются полидисперсными системами. Степень полидисперсности зависит от условий получения латекса. Так, латексы, получаемые эмульсионной полимеризацией по периодической схеме, имеют более узкое распределение частиц по размерам, чем при непрерывной. Частицы латексов, стабилизированных анионактивными ПАВ, всегда меньше в диаметре, чем у латексов, стабилизированных катионактивными ПАВ [5].

Данные по распределению частиц по размерам представлены на рис. 1-2. Анализ рис. 1-2 показывает, что латекс Аквапол ® 11 относится к дидисперсной системе. Для этого латекса характерно наличие частиц со средним диметром 30-40 и 130-200 нм. Аквапол ® 22 относится к монодисперсной системе (рис. 2) наноразмерного ряда со средним размером частиц от 12 до 38 нм.

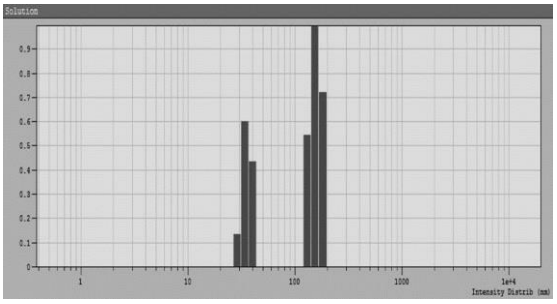


Рисунок 1 – Распределение частиц по размерам водной дисперсии полиуретанов марки «Аквапол ® 11

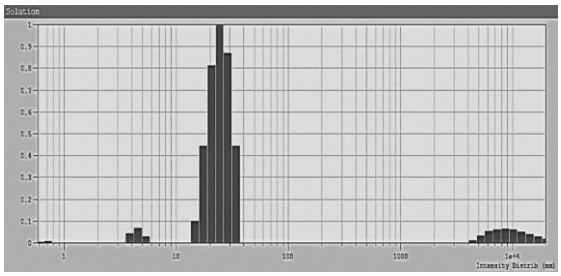


Рисунок 2 – Распределение частиц по размерам водной дисперсии полиуретанов марки «Аквапол ® 20»

Возможность получения таких «тонких» дисперсий во много определяется особенностью их синтеза, который, как было отмечено выше, происходит, как правило, без добавления из вне эмульгатора (ПАВ), либо с добавлением его минимального количества. Такую полимеризацию называют условно эмульсионной. Термин «условная» показывает, что процесс ведется без эмульгатора, либо при его очень малых концентрациях, гораздо меньших критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Классическая же «эмульсионная полимеризация» предполагал, что реакция проходит в мицеллах эмульгатора [6].

По-видимому, в случае синтеза Аквапол ® 11, имело место добавление анионактивного ПАВ. При этом полярные группы полимера, являясь стабилизирующим компонентом, ухудшили условия сорбции эмульгатора на поверхности частиц, а в случае синтеза Аквапол ® 22, в качестве стабилизаторов выступали только собственные гидрофильные группы полимера.

Можно также предположить, что частицы обеих дисперсий имеют сферическую форму, которая характерна для частиц диаметром до 300-500 нм.

Таким образом, в настоящей работе исследованы основные характеристики водных полиуретановых дисперсий, необходимых для их использования в качестве основных плёнкообразующих при производстве искусственных кож.

Список используемых источников:

1. Бокова Е. С., Андрианова Г. П. «Полиуретановые технологии», 2008, Выпуск №4, с.17.

2. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / Г. П. Андрианова, К. А. Полякова, Ю. С. Матвеев; под ред. Г. П. Андриановой. - 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: КолосС, 2008–366с.

3. Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф., Назарова Е.А., Сталюгин В.В. Основы коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – СПб: Университет ИТМО, 2019 – 138 с.

4. Мищенко Н.П., Короткова В.С., Лебедев Ю.Т., Панов Е.Э., Сафонов В.В. Полиуретановые дисперсии на основе DMC -полиэфиров, образующие Покрытия с низким водопоглощением. Лакокрасочные материалы и их применение, 2014, №1-2, с. 38-41

5. http://www.creonconferences.com/upload/iblock/797/poliuretanovye%20dispersii%20predpriyatiya%20yymakromerjh%20.%20potapochkina.pdf

6. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2015 – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература)

7. Агрегативная устойчивость латексов: Учеб. пособие / Барабанов В.П., Третьякова А.Я.; Казан. хим.-технол. ин-т им. С. М. Кирова. - Казань: КХТИ, 1989.: ил.; 20 с.

© Галанов В.Е., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В., 2021

УДК 547.917.04

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ИЗ ХИТОЗАНА И ФИБРОИНА, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО СШИВАЮЩЕГО РЕАГЕНТА

Сажнев Н.А., Губочкина А.А., Железняк А.А.
Научный руководитель Кильдеева Н.Р.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Материалы на основе хитозана, полученные с использованием сшивающего реагента природного происхождения дженипина, обладают биосовместимостью и способностью к биоразложению [1-3]. Эти материалы демонстрируют хорошие физико-механические и биологические свойства и перспективны в медицине. Добавление к хитозану белка фиброина шелка может придать материалам дополнительные свойства [4]. Поэтому, была поставлена задача изучить физико-химические свойства системы хитозан-фиброин и влияние на нее дженипина.

Коконы Bombyx mori растворяли в 9М LiBr при нагревании. Полученный раствор диализировали в течении 3 суток в дистиллированной воде, затем центрифугировали и подвергали лиофильной сушке. Полученный порошок растворяли в воде. Концентрация фиброина в растворе составила 2%.

Раствор хитозана готовили путем растворения порошка хитозана (молекулярная масса 190кДа, степень деацетилирования 87%) в расчётном количестве концентрированной уксусной кислоты. Далее, протонированный хитозан добавляли к раствору фиброина и оставляли на сутки. Массовое соотношение хитозана и фиброина в полученном растворе составляло 1:1.

Для того, чтобы придать пленкам нерастворимость в воде, в раствор добавляли сшивающий реагент дженипин в соотношении моль дженипина/моль -NH_2 групп равном: 0,04; 0,02; 0,01; 0,005; 0,0025 моль/моль. Раствор выливали на чашки Петри и выдерживали при комнатной температуре для испарения растворителя до постоянной массы пленки.

Определение растворимости пленок проводили путем погружения образца в пробирку с дистиллированной водой и выдерживания в течение трех суток. Через определенное время пленку вынимали и фиксировали потерю массы.

Степень набухания сшитых пленок из хитозана и фиброина в воде изучали гравиметрическим методом. Образцы взвешивали и погружали в

стакан с дистиллированной водой, через определенное время вынимали и взвешивали вновь, промокая фильтровальной бумагой. Рассчитывали степень набухания α, %.

Биодеградацию пленок исследовали в растворе лизоцима в 0,1М фосфатном буфере с pH=5.3. Процент биодеградации после высушивания пленок до постоянной массы.

Данные, полученные при исследовании набухания, показывают обратную зависимость между количеством добавляемого сшивающего реагента и максимальной степенью набухания. Чем меньше добавляли дженипина, тем сильнее набухала пленка. Максимальное набухание демонстрировала полученная в отсутствии дженипина пленка, однако после 20 минут измерений начинала терять массу, (кривая 1, рис. 1). Это объясняется тем, что и фиброин, и ацетат хитозана растворимы в воде. Для сшитых пленок максимальную степень набухания имела пленка с соотношением 0,0025 моль $–NH_2$/ моль дженипина, равную 502%, минимальную - пленка с соотношением 0,04 моль –NH2/ моль дженипина, равную 335%.

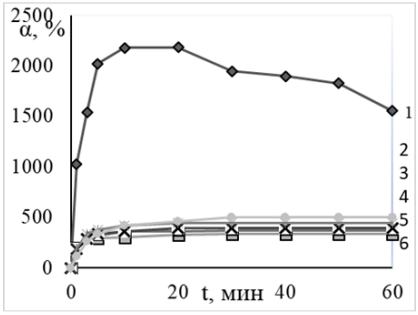


Рисунок 1 – зависимость степени набухания от времени сшитых пленок из хитозана и фиброина с соотношением сшивающего реагента/-NH_2: 1 – 0; 2 – 0,0025; 3 – 0,005; 4 – 0,01; 5 – 0,02; 6 – 0,04 моль/моль

Исследование растворимости пленок также подтвердили наличие зависимости между количеством сшивающего реагента и устойчивостью пленки в воде. Образцы с большей степенью сшивки оказались более стойкими и теряли меньше массы, максимальная потеря массы была у пленки с соотношением 0,0025 моль $–NH_2$/моль дженипина, равная 50%, минимальная – у пленки с соотношением 0,04 моль –NH2/моль джеинипина, равная 29,59%. Пленка без добавления дженипина растворились в воде уже через 30 минут (кривая 6, рис. 2).

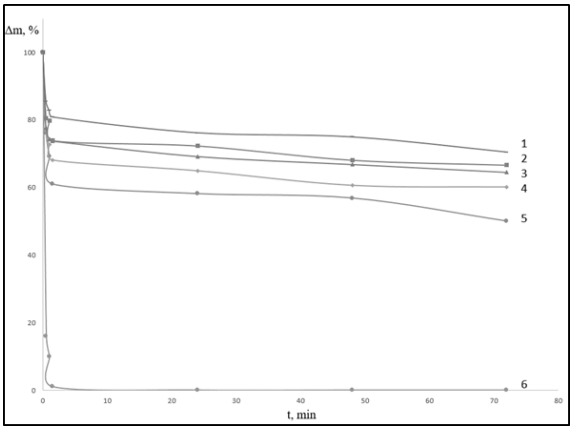


Рисунок 2 – зависимость потери массы в воде от времени сшитых пленок из хитозана и фиброина с соотношением сшивающего реагента/-NH_2: 1 – 0,04; 2 – 0,02; 3 – 0,01; 4 – 0,005; 5 – 0,0025; 6 – 0 моль/моль

Исследования биодеградации в присутствии лизоцима показало, что деградация пленок также зависит от количества добавленного сшивающего реагента. После 144 часов нахождения в фосфатном буфере и лизоциме пленки, изготовленные без дженипина, сохранили 61% изначальной массы, пленки с соотношением 0,04 моль –NH_2/моль дженипина – 86,3% (рис. 3).

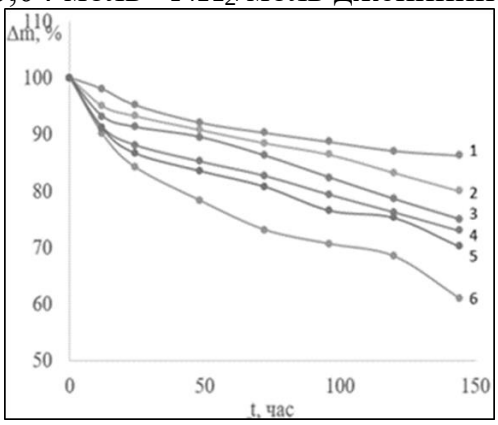


Рисунок 3 – Зависимость биодеградации от времени сшитых пленок из хитозана и фиброина с соотношением сшивающего реагента/-NH_2: 1 – 0,04; 2 – 0,02; 3 – 0,01; 4 – 0,005; 5 – 0,0025; 6 – 0 моль/моль

Показано, что обработка сшивающим реагентом пленок из хитозана и фиброина предотвращает их растворение в воде. Сшивка приводит к образованию стабильной пространственной сетки полимера, обеспечивая свободную диффузию воды. Пленки сорбируют воду до определенного равновесного значения, не теряя при этом собственной массы. Однако, увеличение степени сшивки уменьшает степень набухания и биодеградацию, вследствие увеличения плотности сшивки.

Полученные данные свидетельствуют о том, что несмотря на малое количество функциональных групп, способных взаимодействовать с дженипином, фиброин в процессе сшивки встраивается в структуру пространственной сетки сшитого хитозана, так как его присутствие в составе композиционной пленки не приводит ни к растворимости пленки,

ни к снижению степени набухания по сравнению с пленками из чистого хитозана, сшитого дженипином [2].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-29-17059.

Список использованных источников:

1. Riccardo A.A. Muzzarelli, Mohamad El Mehtedi. Physical properties imparted by genipin to chitosan for tissue regeneration with human stem cells. International Journal of Biological Macromolecules. 2016. V. 93. Pp. 1366-1381.

2. Сажнев Н.А., Касаткина М.А., Кильдеева Н.Р. Получение биосовместимых гелей и пленок на основе хитозана, сшитого дженипином. Доклады Международной конференции «Композит-2016» (60-летию Энгельсского технологического института (филиала) СГТУ имени Гагарина Ю.А. посвящается). Энгельс. 2016. С. 252-255.

3. Губочкина А.А., Сажнев Н.А., Кильдеева Н.Р. Получение нерастворимых в кислоте волокон из хитозана. Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2020». 2020.

4. Won Ho Parka, Lim Jeonga, Dong Il Yoob, Sam Hudson. Effect of chitosan on morphology and conformation of electrospun silk fibroin nanofibers. Polymer. 2004. V. 45. Pp. 7151–7155

© Сажнев Н.А., Губочкина А.А., Железняк А.А., 2021

УДК 675.017:675.043.4

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ДЕРМЫ В РАСТВОРАХ КАТОЛИТА

Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Повышенное внимание технологи кожевенного производства уделяют проблеме интенсификации отмочно-зольных процессов и улучшения качества голья. В настоящее время в большинстве технологий, используемые на кожевенных предприятиях, применяются высокие концентрации зольных реагентов и большие продолжительности подготовительных процессов. Применение большого количества извести и сульфида натрия влияет на экологию кожевенного производства и негативно сказывается на качестве голья и готовой продукции, вызывая стяжку, садку лицевого слоя, рыхлость, отдушистость, жесткость [1]. Поэтому, возникает необходимость в совершенствовании и разработке новых способов проведения отмочно-зольных процессов. Наиболее перспективными из них являются те, которые позволяют исключить или существенно уменьшить применение гидроксида кальция, сульфида натрия,

достичь эффективного разделения структуры дермы при максимальном уменьшении объема сточных вод и их загрязненности.

Из анализа литературы последних лет следует, что одним из приоритетных направлений по совершенствованию жидкостных процессов является применение новых химических материалов, введение которых в минимальном количестве будет не только способствовать интенсификации обработки сырья и повышению качества кожи, но и экологической безопасности и экономической эффективности производства.

К такому направлению можно отнести использование электрохимических методов обработки различных видов сырья в разных сферах промышленности.

Актуальность исследования влияния электроактивированных водных растворов на структуру дермы и кинетику подготовительных процессов при обработки кожевенного сырья обусловлена отсутствием таких сведений в отечественных и зарубежных источниках литературы. Проведенные нами предварительные эксперименты показали принципиальную возможность использования электроактивированных растворов для обработки кожевенного сырья.

Настоящее исследование посвящено изучению изменению структуры дермы голья, полученного при проведении процесса золения с использованием католита, разбавленного в 2 и в 4 раза. В качестве сравнения использовали технологию кислой отмоки «Кобра» [2]. Объектом для отработки подготовительных процессов служили образцы шкуры крупного рогатого скота Абердин Ангус мокросоленого способа консервирования размером 150х150 мм, скомплектованные по вариантам методом ассиметрической бахромы. Обработку образцов сырья проводили в растворе католита, полученного электролизом воды на установке АКВАХЛОР-1000.

Установки АКВАХЛОР предназначены для получения раствора смеси оксидантов из раствора хлорида натрия. В электрохимический реактор установки дозированно под давлением подается исходный раствор хлорида натрия. Благодаря особенностям конструкции элементов осуществляется электродиффузионный отбор ионов натрия и воды через керамическую диафрагму, в результате чего происходит полное разделение раствора хлорида натрия на газообразные продукты, удаляемые из анодной камеры и раствор гидроксида натрия концентрацией 120-150 г/л, образующийся в катодной камере [3].

Перед выполнением отмочно-зольных процессов образцы сырья промывали в течение часа при температуре 30°С и жидкостном коэффициенте (ж.к.) – 1,5, затем проводилось мездрение. Отработку технологических режимов осуществляли на экспериментальной установке в барабанчиках из

органического стекла, при следующих параметрах, представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Варианты и параметры отмочно-зольных процессов

Параметры обработки	Технология «Кобра»	Технология с использованием католита	
Вариант обработки	1	2	3
Расход, % от массы сырья: - салициловая кислота - гидроксид натрия - сульфид натрия - пероксид водорода - католит - вода	 2,0 2,0 1,0 2,5 – 150	 2,0 – – – 75 75	 2,0 – – – 38 112
Продолжительность, час	10-12	10-12	

После проведения отмочно-зольных процессов определяли состав отработанных растворов и физико-химические показатели голья. Результаты эксперимента представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2 – Показатели отработанных растворов

Показатель	Варианты обработки		
	1	2	3
pH, ед	12,0	12,76	12,53
ОВП, mV	-242	-283	-271
Электропроводность, мСм/см	16,0	21,4	19,8
Щелочность, г/л	1,84	9,92	3,36
Цвет	Светло- коричневый	Темный	Светло- коричневый

Органолептическая оценка голья, полученного по всем трем вариантам обработки, показала, что образцы, обработанные в растворе католита, разбавленного в 4 раза, по своим органолептическим показателям соответствуют по свойствам образцам первого варианта (технология «Кобра»). Образцы голья, обработанные по второму варианту, характеризовались сильным набуханием, что обусловлено высокой щелочностью раствора католита, значения которой, по данным табл. 2, значительно превышают, аналогичные показатели других отработанных растворов.

В процессе золения, которое проводится в сильно щелочной среде, в структуре дермы происходят значительные изменения, связанные с разрушением межволоконных белков, разделением волокнистой структуры, интенсивным набуханием голья. В табл. 3 представлены данные, характеризующие свойства голья, полученного по различным вариантам обработки.

Результаты эксперимента показали, что температура сваривания образцов голья 1 и 3 вариантов составляет 56°С, что свидетельствует о сохранении исходной структуры белка коллагена. Более низкое значение температуры сваривания во 2 варианте может быть обусловлено разрушением части межмолекулярных связей в коллагене в результате

интенсивного щелочного воздействия и деструкцией полипептидных связей основных цепей коллагена, о чем свидетельствует снижение содержания гольевого вещества в образцах 2 и 3 вариантах обработки.

Таблица 3 – Физико-химические показатели голья

Показатель	Варианты обработки		
	1	2	3
Температура сваривания, ºС	56	52	56
Содержание влаги, %	68,96	77,5	73,3
Содержание азота, %	19,67	13,77	14,75
Содержание гольевого вещества, %	63,37	61,19	55,24
Выплавляемость желатина, %	1,51	1,35	1,6

Характерной особенностью действия католита на структуру дермы является увеличение выхода продуктов выплавления после гидротермической обработки образцов, на основании чего можно утверждать, что католит, в особенности разбавленный в 4 раза, в большей степени оказывает влияние на межмолекулярные связи в структуре коллагена, разрыв которых способствует «выплавлению» достаточно больших фрагментов полипептидных цепей [4, 5].

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о перспективности использования растворов католита в технологии производства кожи на стадии отмочно-зольных процессов. По сравнению с технологией «Кобра» применение католита исключает необходимость введения в обрабатывающий раствор гидроксида натрия, сульфида натрия и пероксида водорода, что позволит перейти на безреагентную технологию золения. Таким образом, затраты на очистку сточных вод будут значительно меньше, по сравнению со стоками, образующимися по существующим технологиям золения. Представляет интерес, обнаруженный в настоящей работе положительный эффект от использования более разбавленного раствора католита, что обеспечит дополнительную экономическую выгоду от применения новой технологии отмочно-зольных процессов.

Список использованных источников:

1. Маллашахбанов Ш.А. Совершенствование технологии подготовительных процессов кожевенного производства с использованием химических материалов целевого назначения: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – М., 2005. – 150 с.

2. Чурсин В.И. Технологические процессы и экология кожевенного производства: монография М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина - 2019 161 с.

3. https://vbinstitute.ru/equipment/aquachlor/

4. Чурсин В.И. Теоретические основы и практика новых нетрадиционных технологий кожевенного производства. Автореферат

диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – М., МТИЛП, 1998 - 50 с.

5. Маллашахбанов Ш.А., Чурсин В.И. Совершенствование отмочно-зольных процессов кожевенного производства с использованием вспомогательных материалов. Тезисы докладов II международной конференции. – Киев, 2005, 79 с

© Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И., 2021

УДК 579.66:663.18

БИОКОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РАСТВОРИТЕЛИ (ОБЗОР)

Ерохин Л.М., Кабанов М.А., Шакир И.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва

В статье рассмотрены существующие методы биоконверсии растительного сырья в органические растворители: н-бутанол, ацетон, этанол, изопропанол и другие. Рассмотрена история вопроса, современное состояние проблемы и возможные перспективы. Проведён анализ ключевых составляющих различных технологий, в ходе которого выявлены схожие и взаимодополняющие аспекты, что говорит о потенциале развития имеющихся технологий.

Биоконверсия может конкурировать с существующими химическими методами, применяемыми в промышленности, при этом возможна либо полная замена химического метода биотехнологическим, либо применение биотехнологии на одной из промежуточных стадий производства. К органическим соединениям, получение которых потенциально возможно и экономически целесообразно методами биоконверсии, относятся ацетон, акриловая кислота, адипиновая кислота, н-бутанол, этанол, этилацетат, глицерин, изопропанол, малеиновый ангидрид, метанол, метилэтилкетон, фенол [1].

В связи с учетом экологических и экономических аспектов среди множества задач современных науки и технологии можно выделить следующие: утилизация всевозможных отходов и эффективное получение полезных продуктов из возобновляемого сырья. Одним из способов частичного решения сразу двух этих задач является биоконверсия растительного сырья, в том числе отходов сельского хозяйства, в органические растворители.

При этом под продуцентами органических растворителей чаще всего понимаются бактерии рода Clostridium, осуществляющие разные виды

брожения, продуктами которых являются преимущественно бутанол, ацетон и этанол [2]. В отношении данных бактерий используется термин «сольвентогенные» [3], что означает «производящие растворители». Сложный комплекс биохимических анаэробных процессов часто обозначают понятием «ацетон-бутанол-этанольная ферментация» (ABE-fermentation) [4], эквивалент которого в русскоязычных источниках – «ацетоно-бутиловое брожение».

В 1862 году Луи Пастер сообщил о возможности микробного производства бутанола. Несколько позднее Бейеринк выделил палочковидную бактерию, сбраживающую глицерин с образованием в числе продуктов брожения бутилового спирта. Позже химическая промышленность вступила в фазу бурного развития, затем началась эпоха мировых войн, резко возросла потребность в бутаноле и ацетоне. Коммерческий интерес подкреплялся также необходимостью производства синтетического каучука. В 1915 году Хаимом Вейцманом был получен первый патент (Великобритания, №4845, заявление от 29.03.1915) на осуществление ацетоно-бутилового брожения с участием Clostridium acetobutylicum. В начале XX века была отмечена перспективность данного процесса, весь ацетон на нужды Британии во время Первой Мировой войны производился по способу Вейцмана без предварительного искусственного гидролиза крахмалсодержащего сырья [2].

Современные разработки предполагают анаэробное культивирование C.acetobutylicum на предварительно гидролизованном крахмалсодержащем или целлюлозосодержащем растительном сырье. В патенте [5] предлагается в стерильный ферментёр вносить комплекс литических ферментов, полученных направленным синтезом грибом-продуцентом p.Penicillum и инокулят бактерий, осуществляющих ацетоно-бутиловое брожение. В качестве продуцента рассматривается не только C.acetobutylicum, но и C.beijermckii.

В патенте [6] отмечают, что при использовании крахмалсодержащего сырья не требуется дополнительных добавок минеральных солей и витаминов, а для переработки целлюлозосодержащего сырья такие добавки необходимы. По этой причине оптимальным субстратом для процесса ацетоно-бутилового брожения представляется смешанный субстрат, полученный на основе целлюлозо-, пентозан-, крахмал- и сахарсодержащего сырья. В том же патенте рассматриваются разные варианты совместного культивирования разных анаэробных организмов. Отмечается, что способ на основе двух видов бактерий рода Clostridium, когда продукты метаболизма одной культуры являются источником питания другой, позволяет обеспечить высокий уровень относительного содержания н-бутанола в составе смеси растворителей, повысить общий выход растворителей, не меняя аппаратурного оформления процесса.

Наиболее продуктивной представлено совместное культивирование Clostridium acetobutylicum и Clostridium tyrobutyricum, в том числе на среде, содержащей ферментативный гидролизат отрубей с добавлением мелассы. Перспективным представляется изучение технологий, предложенных в [5, 6], их сопоставление и взаимное дополнение с последующим экспериментальным тестированием.

В работе [3] отмечена возможность использования нового штамма Clostridium sp. C-1 для синтеза органических растворителей без предварительного гидролиза растительного сырья. Данный штамм охарактеризован как перспективный, так как он обладает высокой амилолитической активностью, а также способен расти и синтезировать смесь бутанола, ацетона и этанола на таких субстратах, как зёрна рапса, стебли подсолнечника и древесные опилки. В публикации отмечается достаточно низкий выход целевых веществ и ставится задача оптимизации условий культивирования для его увеличения.

Рассматривалась также возможность утилизации пивной дробины с получением органических растворителей [7]. Авторами данной работы было установлено, что в пивной дробине содержатся большие концентрации легкоусвояемых азотсодержащих веществ, которые ингибируют синтез целевых продуктов, поэтому синтез смеси растворителей можно вести при концентрации пивной дробины 5-6%, но выход целевых веществ находится на невысоком уровне. Поэтому предложено при рентабельности процесса использовать пивную дробину для получения гидролизатов, а уже их применять в производстве спиртов.

В настоящее время вопросы получения органических растворителей методами биотехнологии актуальны и за рубежом. В статье [8] отмечают, что процессы синтеза с использованием микроорганизмов р. Clostridium успешно можно применять для получения сложных эфиров, если в среду при культивировании вносить липазы и проводить экстракцию неполярной фазой во время ферментации. Также авторы утверждают, что Clostridium beijerinckii BGS1 преимущественно производит изопропанол вместо ацетона, что позволяет получать изопропиловый эфир масляной кислоты. В этой же системе производили экстракцию бутилбутирата и др.

Таким образом, Clostridium beijerinckii может использоваться для получения смеси спиртов, включающей изопропанол. Это заключение подтверждено исследованием [9], авторами которого описан непрерывный синтез смеси растворителей в условиях хемостата. Отмечается, что эффективность процесса повышают древесные опилки, на которых адсорбируются бактерии в ходе роста культуры – представлена модификация гетерофазного глубинного непрерывного культивирования, при котором в качестве основного источника углерода используется

глюкоза. С учётом всех вышеупомянутых процессов можно утверждать, что схожую ферментацию можно реализовать и для растительного сырья.

Действительно, в патенте [10] описан способ отъёмно-доливного культивирования бактерий p.Clostridium (в т.ч. C.beijerinckii и C.acetobutylicum) на легкодоступных углеводных субстратах (глюкоза, сахароза). В патенте [11] описано схожее по условиям культивирование на растительном сырье и отходах сельского хозяйства, однако присутствует стадия предварительного ферментативного гидролиза. Авторы изобретения отмечают, что в рассмотренном способе могут быть использованы любые возобновляемые источники растительного сырья.

В связи с развитием генной инженерии существуют предложения использовать модифицированные организмы для синтеза смеси спиртов или других органических веществ путём ферментации. Например, в патенте [12] предложен способ увеличения выхода бутанола и этанола путём делеции гена синтеза масляной кислоты в геноме C.acetobutylicum. Отмечается, что выход смеси спиртов повышается при культивировании на глюкозе от примерно 20% (от потреблённого субстрата) до 38%. Культивирование данных модифицированных микроорганизмов возможно в непрерывных условиях. Авторы патента [13] предлагают использовать для сверхсинтеза н-бутанола генно-модифицированные клетки E.coli, в которых повышена активность ферментов β-окисления жирных кислот. В качестве источника углерода указана глюкоза. Отмечается, что полученные модифицированные организмы могут использоваться для крупномасштабного производства бутанола в промышленности. Главными недостатками этих технологий являются возможный переход штамма-продуцента к дикому типу и необходимость предварительного гидролиза сырья.

Выделение смеси растворителей из культуральной жидкости, как правило, производится с помощью понижения давления в ферментёре непосредственно во время культивирования. При этом легколетучие растворители переходят в газовую фазу и отгоняются, в процессе отгонки возможно использование мембран. Более подробно методы выделения рассмотрены в работе [14]. Авторы сопоставляют такие методы, как продувку газами, жидкостную экстракцию, молекулярную адсорбцию и др. Разделение компонентов смеси затем производят с помощью перегонки.

Стоит также отметить, что получение бутанола и изопропанола не ограничено использованием только бактерий p.Clostridium. Существуют модифицированные штаммы E.coli, в геном которых встроены в том числе гены C.acetobutylicum и C.beijerinckii. С участием этих организмов возможен направленный синтез пропандиола [15], изопропанола [16] и бутанола [17]. Но речь идёт о процессах, в которых применяются чистые углеводные субстраты, такие как глюкоза, и сбалансированные питательные среды. Поэтому о применении подобных технологий для крупнотоннажной

переработки растительного сырья пока рано говорить, но и отрицать потенциал генно-модифицированных организмов в решении рассматриваемого вопроса нельзя.

Результаты проведённого обзора свидетельствуют о том, что в настоящее время, когда зелёные технологии приобретают всё большее значение, рассмотренные варианты микробиологических синтезов имеют значительные шансы быть реализованными на крупных предприятиях. В рассмотренных статьях и патентах найдены схожие моменты, закрепившиеся в технологии, а также различия, взаимодополняющие друг друга. Это говорит о том, что технологии биоконверсии растительного сырья в растворители находятся в стадии развития, из чего следует необходимость развёрнутых патентных, литературных обзоров и проведения дополнительных экспериментальных исследований для совершенствования и оптимизации данных процессов с последующими технико-экономическими расчётами. В качестве основной проблемы осуществления непрерывного получения растворителей представляется необходимость предварительного гидролиза сырья. Однако дальнейшее развитие данной темы может позволить решить эту проблему или сделать предварительный гидролиз растительного сырья экономически целесообразным.

Список использованных источников:

1. Leeper S. A., Andrews G. F. A critical review and evaluation of bioproduction of organic chemicals //Applied biochemistry and biotechnology. – 1991. – Т. 28. – №. 1. – С. 499-511.

2. Sauer M. Industrial production of acetone and butanol by fermentation–100 years later // FEMS microbiology letters. – 2016. – V. 363. – №. 13. – P. fnw134.

3. Султанова Л. М. Исследование биоконверсии растительного сырья с помощью сольвентогенных бактерий Clostridium sp. C-1 / Л.М. Султанова, А.А. Егорова, Р.Н. Шахмаев [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2009. – Т.16. – №1. – С. 114–116.

4. Qureshi N., Blaschek H. P. Recent advances in ABE fermentation: hyper-butanol producing Clostridium beijerinckii BA101 //Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. – 2001. – V. 27. – №. 5. – P. 287-291.

5. Пат. 2405827 C2 Российская Федерация, МПК C12R7/00. Способ получения органических растворителей / Давидов Е.Р., Каныгин П.С., Фракин О.А., Черемнов И.В. – № 2009106235/10; заявл. 25.02.2009; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 34 – 10 с.

6. Пат. 2406763 C1 Российская Федерация, МПК C12P7/16. Способ микробиологического синтеза н-бутанола / Сушкова В.И., Яроцкий С.В. – № 2009115847/10; заявл. 28.04.2009; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35 – 10 с.

7. Морозова Т. С., Семёнов С. Ю. Оценка возможности применения пивной дробины при сбраживании гидролизатов лигноцеллюлозного сырья в биобутанол // Принципы экологии. – 2017. – № 2. – С. 38–46.

8. Cui Y. Production of isopropyl and butyl esters by Clostridium mono-culture and co-culture / Cui Y., He J., Yang K. L. [et al.] //Journal of industrial microbiology & biotechnology. – 2020.

9. Survase S. A. Continuous production of isopropanol and butanol using Clostridium beijerinckii DSM 6423 / Survase S. A., Jurgens G., Van Heiningen A. [et al.] // Applied microbiology and biotechnology. – 2011. – V. 91. – №. 5. – P. 1305–1313.

10. Пат. 2375454 C1 Российская Федерация, МПК C12P7/16, C12N1/20, C12R1/145. Способ получения органических растворителей, преимущественно бутанола / Давидов Е.Р., Каныгин П.С., Филиппов К.Б., Фракин О.А., Черемнов И.В. – № 2008134865/13; заявл. 28.08.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 34 – 12 с.

11. Пат. 2405826 C2 Российская Федерация, МПК C12P7/00. Способ получения органических растворителей, установка для его осуществления, продукт, полученный описанным способом / Давидов Е.Р., Каныгин П.С., Фракин О.А., Черемнов И.В. – № 2008151904/10; заявл. 29.12.2008; опубл. 10.07.2010, Бюл. № 34 – 14 с.

12. Пат. 2461627 C2 Российская Федерация, МПК C12P7/16, C12N1/15, C12R1/145. Способ биологического производства н-бутанола / Сукель Ф. – № 2009118372/10; заявл. 29.10.2007; опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26 – 20 с.

13. Пат. 2431672 C2 Российская Федерация, МПК C12P7/16, C12N15/52, C12N15/00, C12N1/15. Бактерия-продуцент 1-бутанола и способ получения 1-бутанола / Шакулов Р.С., Скороходова А.Ю., Гулевич А.Ю., Миронов А.С., Дебабов В.Г. – № 2008119702; заявл. 20.05.2008; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29 – 162 с.

14. Сушкова В. И., Яроцкий С. В. Эффективность методов выделения продуктов ацетоно-бутиловой ферментации // Химия растительного сырья. – 2011. – №. 3. – С. 5–14.

15. Пат. 2711870 C2 Российская Федерация, МПК C12P7/18, C12N9/02, C12N15/52, C12N12/74. Новый микроорганизм и способ получения 1,2-пропандиола, основанный на НАДФН-зависимой ацетолредуктазе и улучшенной доставке НАДФН / Алипранди П., Наварро Э., Рейно С., Бестель Корр Г., Сукай Ф. – № 2016147512; заявл. 12.05.2015; опубл. 22.01.2016, Бюл. № 3 – 52 с.

16. Hanai T., Atsumi S., Liao J. C. Engineered synthetic pathway for isopropanol production in Escherichia coli //Applied and environmental microbiology. – 2007. – V. 73. – №. 24. – P. 7814–7818.

17. Atsumi S. Metabolic engineering of Escherichia coli for 1-butanol production / Atsumi S., Cann A. F., Connor M. R. [et al.] // Metabolic engineering. – 2008. – V. 10. – №. 6. – P. 305–311.

© Ерохин Л.М., Кабанов М.А., Шакир И.В., 2021

УДК 543.612.3

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

Ершов А.К., Кузнецов И.О., Ручкина А.Г.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Минеральные масла представляют собой смеси преимущественно насыщенных углеводородов, состоящие из линейных, разветвленных и кольцевых структур с длиной углеродной цепи С14 и больше. В течение многих десятилетий они использовались в косметических продуктах для ухода за кожей из-за их превосходной переносимости кожей, а также их высоких защитных и очищающих свойств и широкого диапазона вязкости. В отличие от растительных масел, очищенные минеральные масла не имеют цвета и запаха. Они гипоаллергенны, стабильны, не подвержены окислению или прогорканию, что позволяет увеличить срок хранения и использования косметических продуктов на их основе. Минеральные масла обладают низкой чрескожной проницаемостью, образуют на поверхности кожи плёнку, препятствующую испарению влаги. В Европе минеральные масла разрешены в косметике только в том случае, если они соответствуют требованиям безопасности, изложенным в европейской фармакопее и регламенте ЕС по косметике ЕС/1223/2009, а также спецификациям чистоты по полициклическим ароматическим углеводородам. В России использование минеральных масел в косметике регламентируется [1-3]. Цель представленной работы – сбор информации физико-химических характеристик для разработки метода выявления различий между видами минеральных углеводородов.

По химическому составу нефтяные масла представляют собой смесь углеводородов молекулярной массой 300-750, содержащих в составе молекул 20-60 атомов углерода. Они состоят из групп парафиновых, изопарафиновых, нафтено-парафиновых, нафтено-ароматических и ароматических углеводородов различной степени цикличности, а также гетероорганических соединений, содержащих кислород, серу и азот. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются потенциально канцерогенными и генотоксичными веществами. Процесс

очистки сырой нефти состоит из различных стадий, таких как дистилляция, экстракция, кристаллизация и очистка кислотной обработкой, гидроочисткой и/или экстракцией растворителем. Последовательные этапы очистки позволяют удалить примеси и снизить уровень ПАУ до следовых количеств, чтобы соответствовать определенным стандартам чистоты и качества для минеральных масел фармацевтического класса, как это предусмотрено международными и европейскими фармакопейными монографиями [4].

В настоящей работе приведены результаты спектрального и хромато-масс анализа минеральных масел глубокой степени очистки (косметических). Определены физико-химические характеристики, зарегистрированы ИК, ЯМР и масс-спектры.

В данной работе нами предложены методы анализа минеральных масел для последующего их сравнения и идентификации.

В работе в качестве объектов исследования были использованы косметические минеральные масла: SAVONOL 7, white oil pharma 46.

Согласно общим подходам к анализу минеральных масел [5], применяли методы ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр «Nicolet 6700», THERMO) и хромато-масс-спектроскопии (газовый хроматограф фирмы «Agilent Technologies» (США) модели МАЭСТРО 7820А с масс-селективным детектором модели 5975 с ионизацией электронным ударом (70эВ) для установления состава исследуемых масел. Для определения потенциально опасных для здоровья человека ароматических углеводородов использовали метод 1Н ЯМР (ЯМР-спектрометр AVANCE III 600).

При проведении ИК-спектроскопических исследований, масла исследовались в исходных концентрациях, без разбавления и иных изменений, анализ и расшифровку результатов исследования проводили с помощью программного обеспечения используемого прибора. Установлено, что ИК-спектры исследуемых масел характерны для минерального масла.

ИК спектры белых минеральных масел имеют характеристические полосы поглощения, обусловленные алифатическими углеводородами: 2955, 2925, 2855 $см^{-1}$ (валентные колебания связи С-Н в CH_3-, CH_2-группах), 1463-1465 $см^{-1}$ (деформационные колебания связи С-Н в CH_3- и CH_2-группах), 1377 $см^{-1}$ (деформационные колебания связи С-Н в CH_3-группе), 722 $см^{-1}$ (маятниковые колебания полиметиленовых цепей $(CH_2)_n$, где $n \geq 4$). Полоса нафтеновых углеводородов 974 $см^{-1}$ (скелетные колебания конденсированных и алкилзамещенных циклоалканов) присутствует главным образом в ИК спектрах минеральных масел. Полосы, обусловленные ароматическими углеводородами, в ИК спектрах указанных масел отсутствуют.

Исследование масел хромато-масс-спектрометрическим методом, в условиях, описанных в [5] показало, что они представляют собой многокомпонентную смесь, состоящую из относящихся к различным классам углеводородов: парафиновых, изопарафиновых, нафтеновых и ароматических. Профили полученных хроматограмм характерны для продуктов нефтяного происхождения.

В ходе дальнейшего детального анализа масел при помощи метода хромато-масс-спектрометрии с использованием известной методологии [5], установлено, что масла является белыми. Представляют собой смесь из парафиновых, изопарафиновых и нафтеновых углеводородов, в том числе и реликтовых, таких как гонан и стеран.

Все измерения ЯМР ^{1}H выполняли с использованием спектрометра AVANCE III 600 производства Bruker, Германия, с датчиком BBO, с рабочей частотой для ядер ^{1}H 600 МГц и программным обеспечением TopSpin версии 3.5. В качестве растворителя для пробоподготовки использован дейтерированный хлороформ (Хлороформ–d_1, $CDCl_3$). В ЯМР-спектре $CDCl_3$ дает сигнал остаточных протонов в виде одиночного синглета (7,26 м.д.). Спектры были получены с использованием импульсной программы Bruker zg с 32 сканированиями, 2 предварительными фиктивными сканированиями (DS), и усиление приемника 9 (RG).

В ^{1}H ЯМР спектре масел (рис. 1), присутствуют сигналы предельной алифатической части, расположенные в сильном поле в диапазоне от 0,5 до 2,5 м.д. На ЯМР спектрах химических сдвигов характерных для ароматических соединений не обнаружено.

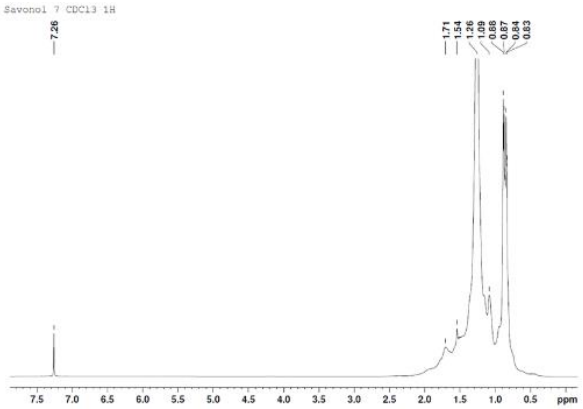


Рисунок 1 – ^{1}H ЯМР спектр исследуемых минеральных масел

Таким образом, проведенными исследованиями показано, что анализируемые масла: SAVONOL 7 и white oil pharma 46 представляют собой белые масла на минеральной основе, не содержащие ароматических соединений, соответствуют требованиям [1-3] и безопасные для использования в косметических средствах.

Список использованных источников

1. ТР ТС 009/2011 О безопасности парфюмерно-косметической продукции

2. ГОСТ 32852-2014 Масла косметические. Общие технические условия.

3. ГОСТ 23683-89 Парафины нефтяные твердые. Технические условия (с Изменением N 1).

4. B. ChuberreE.Araviiskaia T. Bieber A. Barbaud// Mineral oils and waxes in cosmetics: an overview mainly based on the current European regulations and the safety profile of these compounds// Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. – Volume 33, Issue S7, November 2019 p. 5-14.

5. Т.Г. Тагиров, Д.Ю. Поляков. Комплексное исследование смазочных материалов на основе синтетических, смешанных и нефтяных масел, Министерство Юстиции Российской Федерации, Москва, 2009.

© Ершов А.К., Кузнецов И.О., Ручкина А.Г., 2021

УДК 547.917.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТИОЦИАНАТА ФЛУОРЕСЦЕИНА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АМИНОСОДЕРЖАЩИХ БИОПОЛИМЕРОВ

Журина М.С., Сажнев Н.А., Кильдеева Н.Р.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Перспективными носителями лекарственных соединений могут служить биополимеры. Например, аминосодержащий полисахарид хитозан, который обладает биосовместимостью, способностью к биодеградации. Плёночные лекарственные формы на его основе можно получить из совместных растворов хитозана и белков. Из таких смесей хитозана с белками получают раневые покрытия и матриксы для выращивания клеток, системы с контролируемым высвобождением лекарственных соединений и т.д. Для этой цели разрабатываются методы, позволяющие независимо определять следовые концентрации белка при помощи флуоресцентных меток.

Визуализация аминосодержащих полимеров при помощи флуоресцентных меток заключается в соединении двух и более макромолекул с флуорофором, что может привести к образованию комплексов, содержащих в себе свойства исходных компонентов [1]. Таким образом, например, биополимеры могут быть помечены флуорофорами, которые обладают высоким квантовым выходом, поэтому достаточно небольшой концентрации, чтобы можно было детектировать соединение.

Такой комплекс может быть легко обнаружен различными методами (флуоресценция, спектроскопия) [2, 3].

Существует большое количество флуорофоров для широкого спектра применения. Каждый обладает хромогенными свойствами и различными реакционноспособными группами (реагирующие с аминогруппами и т.п.), которые могут соединяться с определенными функциональными группами макромолекул полимеров. Изотиоцианат флуоресцеина (FITC), является одним из самых популярных люминесцентных меток (рис. 1). Его молекула содержит флуорофор и изотиоцианатную группу, за счет которой она способна присоединяться к таким биополимерам как хитозан и различные белки (фиброин, альбумин и т.д.).

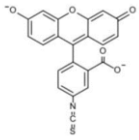


Рисунок 1 – Структура FITC

Модификация белков происходит по следующему механизму: FITC достаточно селективен в отношении N-концевых аминов в белках, поскольку он способен образовывать стабильные продукты только с первичными аминогруппами. Реакция протекает с атакой нуклеофила на электрофильный углерод изотиоцианатной группы. Затем между FITC и белком образуется тиомочевина (рис. 2).

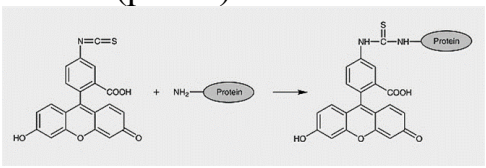


Рисунок 2 – Образование тиомочевины

Процесс метки аминосодержащих полимеров происходит следующим образом: готовят раствор белка в 0,1М карбонатном буфере с pH 9,0 и раствор FITC в ДМСО. По каплям приливают раствор флуорофора к белку и инкубируют в течение часа при комнатной температуре, затем 12 часов при пониженной (5°С). Реакцию останавливают хлоридом аммония спустя 12 часов. Свободный FITC отделяют методом гель-проникающей фильтрации (в декстране с различной молекулярной массой) (рис. 3).

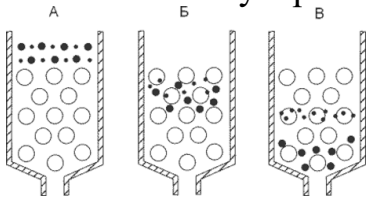


Рисунок 3 – Гель-проникающая фильтрация. Крупные частицы – прореагировавшие с флуорофором.

Анализ содержания FITC и определение соотношения F/P.

Полученный раствор меченного биополимера (белка) лиофильно высушивают. Навеску лиофилизата растворяют в воде, разбавляют в 4-5 раз и измеряют величину поглощения при 494 и 280 нм. Далее по формулам определяют концентрацию белка [4].

Значение F/P фракций 60-80 (первый пик элюирования) гель-хроматографии на сефадексе G-75 составляло 1,80. Обычно это значение колеблется от 1 до 2. F/P отражает количество белка, помеченного флуоресцеином. Высокое значение указывает на неспецифическую маркировку, тогда как низкое значение указывает на слабую флуоресценцию и низкую чувствительность (рис. 4).

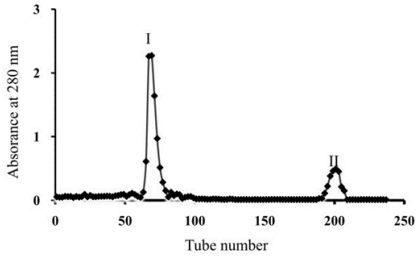


Рисунок 4 – УФ спектр альбумина

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-38-90325.

Список использованных источников:

1. Barbero N., Barni E., Barolo C., Quagliotto P., Viscardi G., Napione L., Pavan S., Bussolino F. A study of the interaction between fluorescein sodium salt and bovine serum albumin by steady-state fluorescence. Dyes Pigments. 2009.V. 80 №3. Pp. 307-313.

2. Williams K.R., Adhyaru B., Pierce R.E., Schulman S.G. The Binding Constant for Complexation of Bilirubin to Bovine Serum Albumin. An Experiment for the Biophysical Chemistry Laboratory. J. Chem. Educ. 2002. V. 79. № 1. Pp. 115-116.

3. Sohl J.L., Splittgerber A.G. The binding of Coomassie brilliant blue to Bovine Serum Albumin: A physical biochemistry experiment. J. Chem. Educ. 1991. V. 68. №3. Pp. 262-264.

4. Gill S.C., Hippel P.H. Calculation of Protein Extinction Coeffients from Amino Acid Sequence Data. Anal. Biochem. 1989. V. 182. №2. Pp. 319-326.

© Журина М.С., Сажнев Н.А., Кильдеева Н.Р., 2021

УДК 544.778.4:54.062

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-ПЛАТИНА

Захаров Н.С., Попова А.Н., Захаров Ю.А., Пугачев В.М.
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово

Наночастицы FePt являются перспективными материалами для создания сред хранения и записи информации высокой плотности благодаря их высоким значением магнитной анизотропии упорядоченной, тетрагональной фазы L10 [1]. Известно [2, 3], что данная фаза существует в области составов соотношений компонентов близких к 1:1, но как показывают наши исследования [4-6] непосредственно при синтезе добиться такого соотношения невозможно. Для достижения фазы L10 необходим прогрев наночастиц, что может привести к агломерации [6]. Согласно фазовой диаграмме [3] в системе FePt существует три интерметаллида: Fe_3Pt (фаза L12), FePt (фаза L10) и $FePt_3$ (фаза L12). Непосредственно при синтезе образуется неупорядоченный твёрдый раствор FePt (фаза A1). Исследование процессов формирования кристаллитов FePt при синтезе является ключевым вопросом к пониманию получения фазы L10.

В настоящей работе наночастицы FePt получали методом совместного восстановления водных растворов прекурсоров щелочным раствором гидразин-гидрата. Выбор в пользу данного восстановителя обусловлен тем, что побочными продуктами восстановления являются молекулярный азот и вода. Таким образом получаемые наночастиц не загрязняются побочными продуктами восстановления [4-5].

Для получения наночастиц FePt использовали следующие реактивы: $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (х.ч.), $H_2[PtCl_6]$ (ч.д.а.), $N_2H_4 \cdot H_2O$ (ч.д.а), NaOH (х.ч.), изопропиловый спирт (х.ч). Синтез проводили в открытом термостатированном реакторе при постоянной температуре. В реактор последовательно приливали рассчитанное количество растворов прекурсоров металлов, затем, увеличивая скорость перемешивания вносили восстановительную смесь (щелочной раствор $N_2H_4 \cdot H_2O$). Полученную суспензию наночастиц металлов многократно промывали водой. Затем для удаления остатков воды проводили центрифугирование с изопропиловым спиртом. Полученный порошок наночастиц сушили при комнатной температуре на воздухе. В ходе синтеза получили порошки наночастиц FePt с закладываемым соотношением: $Fe_{10}Pt_{90}$, $Fe_{48}Pt_{52}$, $Fe_{70}Pt_{30}$.

Элементный анализ образцов проводили методом оптико-эммисионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре iCAP 6500 DUO (США). Рентгенофазовый анализ (РФА) выполнили на порошковом дифрактометре Bruker D8 ADVANCE A25 (Германия) в медном излучении.

На рентгенограммах всех трёх образцов присутствуют рефлексы окристаллизованной кубической гранецентрированной фазы (ГЦК) твёрдого раствора (ТР) FePt (рис. 1). Количество железа рассчитывали по зависимости (1).

$$X_{Pt} = 2,4108 - 0,60677V_{am.} + 0,033992V_{am.}^{2} \quad (1)$$

где, XPt – мольная доля платины в твёрдом растворе, Vat. – средний объём, приходящийся на 1 атом металла. Методика расчёта и вывод зависимости (1) представлены нами ранее в работе [6].

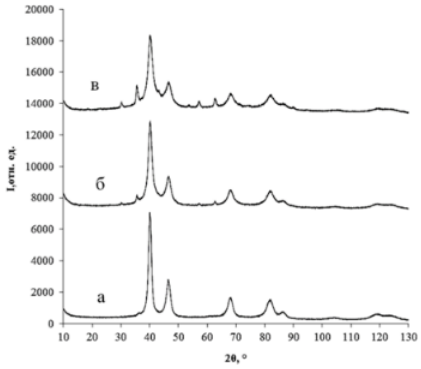


Рисунок 1 – Дифрактограммы образцов наночастиц FePt: (а) – $Fe_{10}Pt_{90}$; (б) – $Fe_{48}Pt_{52}$; (в) – $Fe_{70}Pt_{30}$

Оцененный размер кристаллитов (D) по дифракционным данным (рис. 1) образцов составил от 6,3 до 9,4 нм. При этом с ростом содержания платины растёт размер частиц. Эффект увеличения областей когерентного рассеяния (ОКР) с увеличением доли платины в ТР можно объяснить следующим образом во-первых, платина восстанавливается быстрее, чем железо из-за высокого значения окислительно-восстановительного потенциала. На полученное ядро платины оседает железо, и под действием диффузии проникает в ядровую часть с образованием твёрдого раствора. Поэтому при большей закладываемой концентрации платины полученные платиновые ядра будут иметь большие размеры [7]. Так при закладываемом соотношении $Fe_{10}Pt_{90}$ ОКР 9,4 нм, а при соотношении $Fe_{70}Pt_{30}$ – 6,3 нм. Результаты РФА анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты РФА анализа образцов наночастиц FePt

Образец	Параметр решётки, Å	Vat, Å3	CPt, мол. доля	D, нм
$Fe_{70}Pt_{30}$	3,8864±0,0016	14,675± 0,019	0,827±0,007	6,3
$Fe_{48}Pt_{52}$	3,9000±0,0010	14,829± 0,011	0,888± 0,005	7,8
$Fe_{10}Pt_{90}$	3,8905±0,0013	14,836± 0,015	0,891± 0,006	9,4
Pt, PDF	3.9231	15,095	1.000	-

Завышенное содержание платины в ГЦК-фазе свидетельствует в пользу образования в образцах ГЦК-фазы ТР со структурным типом А1. Наличие интерметаллидов не удалось обнаружить даже при прецизионном исследовании. В образце $Fe_{70}Pt_{30}$ регистрируются три линии на углах 2θ-35,6; 57,20 и 62,9°, характерные для FeOOH. Появление оксидно-гидроксидной фазы возможно связано с хранением образцов на воздухе. Следовые количества шпинельной фазы наблюдаются в 52%-ом образце (на углах 2θ-35,6 и 62,8°).

При проведении элементного анализа методом оптико-эммисионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой анализа, установили, что закладываемое количество компонентов соответствует определяемому с завышением по железу на ≈ 2 ат.%. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты элементного анализа образцов FePt

Образец	Pt мол. дол.	Fe мол. дол.
$Fe_{10}Pt_{90}$	0,87	0,13
$Fe_{48}Pt_{52}$	0,46	0,54
$Fe_{70}Pt_{30}$	0,27	0,73

Результаты, представленные в табл. 1 и 2, говорят о том, что во всех образцах присутствует фаза богатая железом, которая не регистрируется дифракционными методами, по-видимому, из-за низкого размера данной фазы. Данный факт мы наблюдали и ранее [8-12]. При этом часть железа в образцах находится в не восстановленной форме. Особо это заметно в образцах с содержанием железа 48 ат. % и более. При этом, в образце $Fe_{10}Pt_{90}$ содержание железа в ТР составляет 10.9%. Данный факт говорит о том, что образец является монофазным (фаза А1). Доля «невидимой» фазы для дифракционных методов анализа возрастает с увеличением закладываемого количества железа при синтезе.

Таким образом, нами показано, что при совместном восстановлении водных растворов прекурсоров Fe и Pt, образуется твёрдый раствор FePt с содержанием железа ≈ 10 ат. %. Остальная часть железа кристаллизуется в виде фазы, которую невозможно наблюдать дифракционными методами исследования. В дальнейшем планируется исследование данной фазы методом просвечивающей электронной микроскопии.

Список использованных источников:

1. Li, D. Hard magnetic FePt nanoparticles by salt-matrix annealing / D. Li, N. Poudyal, V. Nadwana // Journal of applied physics. – 2006. – V. 99. – № 8. – P.08E911.

2. Rong, C.B. Size dependent chemical and magnetic ordering in L10 FePt nanoparticles / C.B. Rong, D. Li, Z. Wang // Advanced Materials. – 2006. – V.18. – № 22. – P.2984–2988.

3. Лякишев, Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник в 3 т. Т. 2. / Н. П. Лякишев. – М.: Машиностроение, 1997. – 1024 с.

4 Zakharov, N. S. Synthesis of nanostructured FePt systems / N. S. Zakharov, A. N. Popova, Y. A. Zakharov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 1749. – №.1. – P. 012012.

5. Zakharov, N. S. Transmission electron microscopy for evaluating the structural parameters of nanoparticles / N. S. Zakharov, A. N. Popova, Y. A. Zakharov, V. M. Pugachev, D. M. Russakov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 1749. – № 1. – P. 012011.

6. Пугачёв, В. М. Синтез наноструктурированной системы Fe-Pt с эквиатомным составом / В. М. Пугачёв, Ю. А. Захаров, А. Н. Попова // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 51. – №. 8. – С. 155.

7. Wu, C. Tailoring the shape and size of wet-chemical synthesized FePt nanoparticles by controlling nucleation and growth with a high magnetic field / C. Wu, X. Wang, W Pei, D. Zhao, K. Wang, G. Li, Q. Wang // Nanoscale. – 2019. – V. 11. – № 32. – P. 15023-15028.

8. Захаров, Н. С. Сравнение методов синтеза наноструктурированной системы FePt / Н. С. Захаров, А. Н. Попова, Ю. А. Захаров, О. В. Гришаева // Бутлеровские сообщения. Т. 64. - №. 10. – 2020. – С. 33-39.

9. Захаров, Н. С. Метод просвечивающей электронной микроскопии для оценки структурных параметров наночастиц / Н. С. Захаров, А. Н. Попова, Ю. А. Захаров, В. М. Пугачев // Углехимия и экология Кузбасса. – 2020. – С. 19.

10. Захаров, Н. С. Синтез наноструктурированных систем FePt / Н. С. Захаров, А. Н. Попова, Ю. А. Захаров, В. М. Пугачев // //Углехимия и экология Кузбасса. – 2020. – С. 20.

11. Захаров, Н. С. Синтез и исследование некоторых физико-химических характеристик наночастиц FePd / Н. С. Захаров, А. Н. Попова, Ю. А. Захаров, В. Г. Додонов // Познание и деятельность от прошлого к настоящему. – 2020. – С. 306-311.

12. Pugachev, V. M. Phase transformations of the nanostructured iron-platinum system upon heating / V. M. Pugachev, Y. A. Zakharov, A. N. Popova, D. M. Russakov, N. S. Zakharov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 1749. – № 1. – P. 012036.

© Захаров Н.С., Попова А.Н., Захаров Ю.А., Пугачев В.М., 2021

УДК 667.281.21

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛОХРОМНЫХ СВОЙСТВ АЗОСОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТ 2,4,6-ТРИГИДРОКСИНИТРОБЕНЗОЛА

Мелешенкова В.В., Иванова А.А., Кузнецов Д.Н.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Анализ научно-технической информации показал, что в последние десятилетия резко увеличилось количество исследований, посвященных получению и изучению свойств галохромных текстильных материалов, которые находят применения в качестве тканевых pH датчиков. Текстильные pH датчики, встроенные в защитную одежду, могут, например, указывать на присутствие паров кислоты или щелочи в помещениях рабочей зоны, кроме того, перевязочный материал, чувствительный к изменению pH, позволяет визуально оценить процесс заживления раны снаружи без необходимости снятия повязки [1-3].

В работе, проведенной на кафедре ранее, было показано, что красители, полученные реакцией азосочетания многоатомных фенолов с солями диазония, содержащими гидроксильные группы, обладают индикаторными свойствами. Причём наиболее сильно и в более узком интервале меняют цвет именно красители, в диазосоставляющей которых наряду с гидроксильной группой есть сильный электроноакцепторный заместитель, способствующий увеличению доли гидразо-формы [4, 5].

Целью настоящей работы является разработка методов получения новых азопроизводных на основе 2,4,6-тригидроксинитробензола 1, обладающих галохромными свойствами и подходящих для создания pH-чувствительных текстильных материалов.

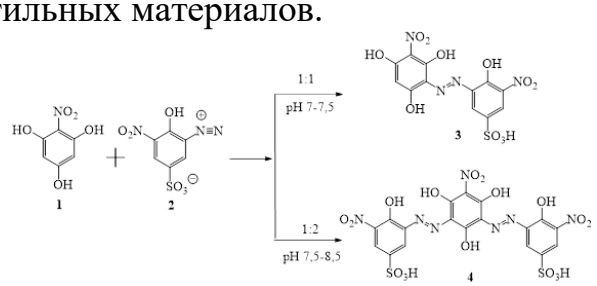


Рисунок 1 – Схема 1 синтеза азосоединений

3 и 4 проводили в одну стадию путем постепенного прибавления к водно-щелочному раствору 2,4,6-тригидроксинитробензола 1 при 0-5°С раствора 2-гидрокси-3-нитро-5-сульфофенилдиазония 2, варьируя соотношение реагентов от 1:1 до 1:2 и поддерживая pH в диапазоне 7-8,5 (рис. 1).

Чистота и предположительная структура синтезированных соединений 3 и 4 подтверждена с помощью хромато-масс-спектрометрии (LC-MS), электронных спектров поглощения и тонкослойной хроматографией.

Галохромное поведение синтезированных соединений в растворе было изучено с помощью электронных спектров поглощения (ЭСП). Максимумы полос поглощения в длинноволновой области спектра, для соединений 3 и 4 составляют 460 нм и 466 нм в кислой среде (pH 0-3), 473 нм и 483 нм (pH 4) и 501 и 550 нм в нейтральной и щелочной среде, что позволяет заключить, что диапазон перехода окраски от желто-оранжевой до фиолетовой лежит в интервале pH 4,0 ÷ 5,0.

Для оценки галохромного поведения синтезированных соединений на текстильном материале проведено определение оптимальных условий процесса крашения полиамидных волокон.

Азосоединения 3 и 4 были испытаны в качестве кислотных красителей для крашения полиамидного волокна (капрон) в условиях стандартного крашения кислотными красителями [6]. Полученные окрашенные образцы имеют фиолетовую окраску.

Галохромное поведение окрашенных образцов поликапроамидной ткани было проанализировано путем их погружения в буферные растворы с определенным значением pH в интервале от 0 до 12 при комнатной температуре с фиксацией времени изменения цвета. В результате эксперимента было выявлено, что диапазон изменения окраски на полиамидном волокне соответствует диапазону pH от 1 до 3. При значениях pH 0-1 цвет образцов оранжевый, при достижении pH 2 образцы приобретают оранжево-коричневую окраску и при pH 3 и выше – фиолетовую. Среднее время отклика составило от 30 секунд до 1 минуты.

Наблюдаемый эффект изменения окраски при изменении pH носит обратимый характер, вследствие чего полученные pH-чувствительные текстильные материалы могут использоваться как сенсоры для обнаружения паров кислот и щелочей невооруженным глазом.

Для тестирования сенсорной способности разработанные pH-чувствительные материалы подвешивались в стеклянную камеру, на дно которой помещается чаша Петри с 5 мл 34%-ного раствора соляной кислоты и, после закрытия камеры крышкой, засекалось время, за которое образцы изменяли цвет.

Воздействие паров кислоты приводило к полному изменению цвета образца с фиолетового на ярко-оранжевый за 40 минут. Видимые изменения окраски были заметны уже на 10 минуте эксперимента.

Воздействие паров щелочи оценивали аналогичным образом в камере с 5 мл 25%-ного водного раствора аммиака с использованием окрашенного образца желтого цвета. Наблюдается обратимый эффект изменения окраски

с оранжевого на темно-фиолетовый в течение 20 минут, первые видимые изменения были зафиксированы уже на 5 минуте эксперимента.

Результаты исследования показали, что синтезированные азосоединения могут быть интегрированы в волокна амфотерного характера, в частности капрон. Показано, что при иммобилизации азосоединений на твердом носителе наблюдается обратимый эффект изменения окраски при изменении pH, что подтверждает перспективность использования полученных соединений для разработки pH-чувствительных текстильных материалов.

Список использованных источников:

1. M.-J. Lin, B. Fimmel, K. Radacki, F. Würthner. Halochromic phenolate perylene bisimides with unprecedented NIR spectroscopic properties. // Angew. Chem. Int. Ed. 2011. N. 50. P. 10847–10850.

2. T.A. Khattab, S. Abdelmoez, T.M. Klapötke. Electrospun nanofibers from a tricyanofuran-based molecular switch for colorimetric recognition of ammonia gas // Chem. – Eur. J. 2016. N. 22. P. 4157–4163.

3. Pakolpakçıl, A., Osman, B., Özer, E. T., Şahan, Y., Becerir, B., Göktalay, G., & Karaca, E. Halochromic composite nanofibrous mat for wound healing monitoring. // Materials Research Express. 2019. V. 6. N. 12. P. 1250c3.

4. Ushkarov V.I., Kobrakov K.I., Alafinov A.I., Shevelev S.A., Shakhnes A.Kh. Methylphloroglucinol as an available semiproduct for azo dye synthesis. // Theor Found Chem Eng. 2007. V. 41. N. 5. P. 671-674. DOI: 10.1134/S0040579507050375

5. Кобраков К.И., Станкевич Г.С., Ручкина А.Г., Волянский О.В., Ковальчукова О.В., Алафинов А.И. Новый полупродукт для перспективных азокрасителей на основе 2,4,6-тригидрокситолуола. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. Т. 339. № 3. С. 142-144.

6. Булушева Н.Е. Базовый лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов. М.: РИО МГТУ. 2000. 330 с.

© Мелешенкова В.В., Иванова А.А., Кузнецов Д.Н., 2021

УДК 547.335.2+547.335.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЗО- И ДИАЗОСОЕДИНЕНИЙ НА СВОЙСТВА 3-АЗЕНИЛ-2,4,6-ТРИГИДРОКСИТОЛУОЛА КАК СОРБЦИОННОАКТИВНОГО КРАСИТЕЛЯ

Исаева Т.А., Совостьянов Н.Ю., Селезнёв В.С., Кобраков К.И.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Комплексообразующая активность (способность) органических соединений, имеющих в структуре молекулы так называемые хелатофорные группы широко и разнообразно используются при разработке и получении элементов фильтрующих устройств для очистки сточных вод и выбросов различных производств от ионов тяжелых металлов, для создания сорбционно-активных полимерных материалов, получения металлосодержащих красителей и.т.д. и т.п.

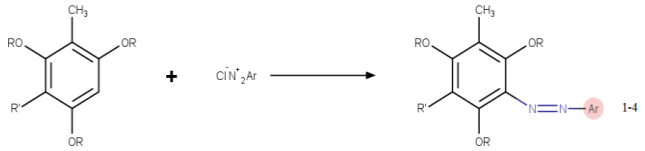
Показано также, что если в молекуле красителя имеются выраженные хелатофорные группы, то окрашенный таким красителем текстильный материал или волокно без какой-либо дополнительной обработки могут быть использованы в качестве сменных сорбционно-активных фильтров для очистки сточных вод предприятия от ионов хрома и других тяжелых металлов [1].

Ранее в работах сотрудников кафедры органической химии был описан синтез азокрасителей на основе 2,4,6-тригидрокситолуола и показано, что эти красители в большей или меньшей степени обладают способностью адсорбировать ионы различных металлов [2-4]. В частности, была синтезирована линейка серия азокрасителей, содержащих также реакционноспособные группы, позволившие привить эти азопроизводные на поликапроамидное волокно и получить сорбционно-активные полимер [5].

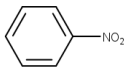
В ходе указанных исследований было отмечено, что на хелатофорную способность азопроизводных 2,4.6-ТГТ определенное влияние оказывает строение функциональных групп в азо- и диазокомпонентах.

В продолжение этих исследований в настоящей работе реализован синтез трех новых азосоединений на базе 2,4,6-ТГТ и исследованы их свойства как красителей и хелатофоров.

Синтез целевых соединений поведен по схемам (рис. 1).

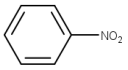


где

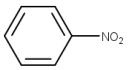
1: R=R′=H, Ar= 

;

2: R=H, R′=

, Ar= 

;

3: R=CH3, R′=H, Ar= 

;

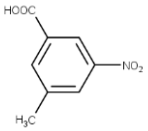
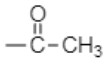
4: R=R′=H, Ar= 

Рисунок 1 – Синтез целевых соединений.

Структуры вновь синтезированных соединений 2-4 однозначно подтверждены спектрами ЯМР′Н.

Изучение ЭСП синтезированных соединений и сравнение с ЭСП изученного ранее соединения 1 позволяет заключить, что введение в ароматическое кольцо диаосоставляющей электроноакцепторного заместителя  при замене атомов водорода на метильные группы (соед. 3) приводит к гипсохромному смещение полосы поглощения на ~ 20 нм.

Методом эктронного спектрофотометрического титрования показано, что соединения 2 и 4 образуют комплексные соединения с ионами Cu^{2+} В Ni^{2+}. Состав и строение комплексов изучается.

Получены образцы поликапроамида и шерсти окрашенные красителями 1-4 в разных условиях и по различным методикам.

Проходят исследования окрашенных образцов на устойчивость окраски к различным физико-химических воздействиям, а также изучается их сорбционная активность.

Список использованных источников:

1. Волянский О.В. Коплексные соединения переходных металлов с новыми карбо(гетеро)циклическими хелатирующими лигандами. Синтез, строение, свойства.: дисс. д-р. хим.наук : 02.00.01 – Москва: 2017. – 274с.

2. Страшнова С.Б., Ковальчукова О.В., Ромашкина Е.П., Авраменко О.В., Волянский О.В., Квантово-химическое моделирование металлохелатных циклов фенилазопроизводных метилфлороглюцина// Бутлеровские сообщения.- 2013. Т-33. №1. – с. 78-82.

3. Ковальчукова О.В., Страшнова С.Б., Страшнов П.В., Ромашкина Е.П.,Волянский О.В., Кобраков К.И. Спектральное и квантово-химическое изучение таутомерных и ионных превращений азокрасителей на основе метилфлороглюцина // Бутлеровский сообщения.- 2011. Т-24. №1. – с.90-94.

4. Kovalchukova, Nguyen Dinh Do., A. Belsky, P. Strashnov, A.Alafinov, O. Volyansky, S. Strashnova, K. Kobrakov. Crystal and Molecular Structure, and Spectral Characteristics of Sodium 3,5-Bis(Hydroxyimino)-1-Methyl-2,4,6-Trioxocyclohexanide // Crystal structure. Theory and Applications – 2012.V.1. №3 – p. 46-51.

5. Селезнев В.С., Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н. Получение и свойства хемосорбционного поликапроамидного волокна, содержащего фрагменты азо-2,4,6-тригидрокситолуола // межд. научн. студ. конференция «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС – 2018)». Сб. материалов. Часть 1., М., 2018, с.190.

© Исаева Т.А., Совостьянов Н.Ю., Селезнёв В.С., Кобраков К.И., 2021

УДК 66.061.16

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ВАКУУМЕ

Исмаилов Л.Ю.
Научные руководители Сафин Р.Р., Сафина А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

В последнее время интересом пользуются биологически активные вещества, выделенные из растительных материалов, которые приносят пользу организму человека, укрепляя его здоровье. В связи с этим актуальным является разработка инновационных химических технологий в области экстрагирования растительного сырья с целью ускорения и увеличения выхода экстрактивных веществ, не понижая их качество.

Большое количество макроэлементов имеет крапива двудомная, а именно ее листья, которые содержат витамины B2, B6, C, K, магний, железо, кальций, каротин, дубильные вещества, белок и хлорофилл. Кроме того, было отмечено, что растение значительно увеличивает яйценоскость цыплят и молочную продуктивность коров, поэтому крапива активно используется в сельском хозяйстве в качестве добавки к корму для домашних животных. Лист крапивы также известен своим широким применением в медицине. Известно, что он обладает кровоостанавливающим, противовоспалительным и противосудорожным действием, а также обладает противозудным, иммунным и

поливитаминным действием. Крапива также может нормализовать обмен веществ, способствовать заживлению (регенерации) и помочь восстановить обоняние. Растение обладает отхаркивающим, антисептическим и обезболивающим действием, активно применяется для лечения бронхолегочных заболеваний [1, 2].

Ягоды боярышника также являются довольно богатым источником ценных веществ. Они содержат каротин, пектин, аскорбиновую кислоту, сапонины, крахмал, витамины группы В, а также важные органические кислоты и флавоноиды, которые помогают восстановить сердечно-сосудистую систему человека. Также в плодах боярышника имеется высокое содержание сорбита [3], который можно применять в качестве заменителя сахара в питании людей, болеющих сахарным диабетом [4]. В связи с этим разработка инновационных технологий в области экстракции ягод боярышника и листьев крапивы является целесообразным и необходимым.

Для извлечения водорастворимых веществ из крапивы и плодов боярышника может использоваться процесс экстрагирования с применением новых физических методов. Современные исследования с использованием новых физических методов извлечения БАВ дают уникальные преимущества и характеристики, необходимые для выделения экстрактов при определенных условиях. Эти нетрадиционные методы заменяют и улучшают традиционные методы экстракции. Также меняется механизм и динамика самого процесса, что является основой для моделирования и оптимизации процесса экстракции. К таким современным методам можно отнести сверхвысокочастотное и вакуумно-импульсное экстрагирование.

Особенность СВЧ-экстракции заключается в высокой скорости и эффективности [5]. Если сравнивать с традиционными методами, то процесс экстракции при СВЧ-воздействии может быть ускорен в несколько раз, так как происходит одновременный нагрев всего растительного сырья, как в макро-, так и в микрообъемах. Обработка сырья в СВЧ-поле является эффективной благодаря тому, что нагрев материала вызывает резкое повышение внутреннего давления клеток и их дальнейшее повреждение [6]. После чего из вскрытых клеток биологически активные компоненты начинают переходить в окружающий растворитель.

На сегодняшний день имеется множество работ, посвященных исследованиям на лабораторных оборудованиях СВЧ-диапазона. Так, в работах по исследованиям экстракции с помощью СВЧ-нагрева [7, 8] были получены эмпирические результаты, согласно которым, было замечено ускорение процесса экстрагирования растительных масел. Можно сделать вывод, что СВЧ-излучение может сократить время экстракции, а также увеличить выход экстрактивных веществ. Например, за 90 секунд было

выделено на 43% больше фенольных компонентов из черного чая под воздействием СВЧ-нагрева, чем за 210 секунд экстракции без СВЧ обработки [9].

Если же рассматривать вакуумную экстракцию растительного сырья, то ее безусловно можно отнести к уникальной технологии в связи с тем, что она позволяет извлекать экстракты из самых разных растительных материалов, а полученные таким способом экстракты полностью сохраняют весь комплекс биоактивных веществ. Не каждый активный элемент, содержащийся в растительных материалах, способен выдерживать высокие температуры. В процессе термообработки большое количество водорастворимых витаминных групп разрушается в течение нескольких минут. Технология вакуумной экстракции позволяет обрабатывать растительное сырье в диапазоне очень низких температур от 40 до 50°С. В результате возможность разложения термически нестабильных компонентов может быть полностью исключена, а процесс экстракции, особенно самых сложных экстрактов, может быть ускорен в несколько раз.

Процесс вакуумной экстракции активных веществ из высушенного растительного сырья довольно сложен. Часть биологически активного вещества находится в сырье внутри клетки в растворенном состоянии, а другая часть находится на стенке клетки. Поэтому при извлечении БАВ важно, чтобы выбранный растворитель (экстрагент) проникал в поры растительного сырья и растворял необходимые вещества [10]. На скорость и целостность высвобождения биологически активных веществ при обработке растительного сырья технологией вакуумной экстракции влияют следующие факторы: стандартность растительного сырья, структура используемого растительного сырья, степень измельчения, тип экстрагента, доля сырья в растворителе, температурный диапазон, глубина вакуума, время экстракции и гидродинамические условия.

В работе [11] приведены данные о влиянии вакуумно-импульсного метода на кинетику экстракции водорастворимых сухих веществ из крапивы и хмеля. Было отмечено, что по сравнению с обычным настаиванием и нагревом экстракта вакуумно-импульсный метод позволяет увеличить процесс экстракции хмеля в 1,7 раза, крапивы в 2 раза, тем самым сохраняя максимальное количество полезных и биологически активных веществ и витаминов. Использование предварительного импульса способствует максимально быстрому массообмену внутри частиц сырья.

И сверхвысокочастотная, и вакуумная технология имеют свои особенности, преимущества и недостатки. В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность комбинации этих двух методов на примере экстракции листьев крапивы и ягод боярышника для совершенствования технологии экстракции.

Целью данного исследования, проводимого в лаборатории кафедры «Архитектуры и дизайна изделий из древесины» ФГБОУ ВО «КНИТУ», является получение данных о взаимодействии вакуумной и сверхвысокочастотной технологии экстрагирования при извлечении водорастворимых веществ из крапивы и ягод боярышника.

Для исследований исходным сырьем являлись листья крапивы и плоды боярышника, которые были измельчены на электрической мельнице. В качестве растворителя использовалась дистиллированная вода в соотношении боярышник – экстрагент 1:10 и крапива – экстрагент 1:5. Экстракция растительного сырья проводилась тремя методами: классическим нагревом смеси, сверхвысокочастотной экстракцией и СВЧ-экстракцией в вакууме. Для последнего метода была разработана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 1.

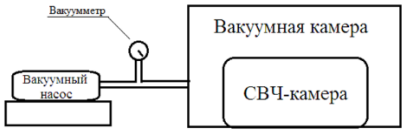


Рисунок 1 – Схема установки для проведения СВЧ-экстракции в вакууме

Для получения экстракта полученные смеси фильтровали через марлевый фильтр и фильтр «белая лента». Получение порошковых водорастворимых экстрактов осуществлялось в сушильной камере. Экстракция листьев крапивы и плодов боярышника осуществлялась в течении 5 минут, в результате чего были получены данные, которые сведены в график, представленный на рис. 2.

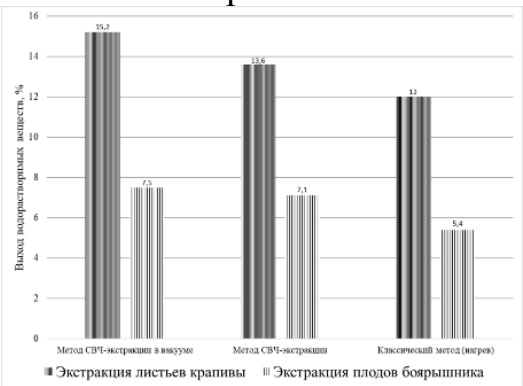


Рисунок 2 – Количество водорастворимых веществ из крапивы и боярышника извлеченных различными методами

Как видно из графика использование вакуума при СВЧ-экстракции приводит к увеличению выхода водорастворимых веществ как из листьев крапивы, так и из плодов боярышника. Так, при СВЧ-экстракции крапивы под воздействием вакуума за 5 минут удалось выделить на 11,76% больше растворимых веществ чем без использования вакуумного эффекта, а если сравнивать с классическим методом, то рост составил 26,67%. Если

рассматривать экстракцию ягод боярышника, то за 5 минут с вакуумом удалось извлечь водорастворимых веществ на 5,63% больше, чем без использования вакуума, а если сравнивать с традиционным методом, то рост составил 38,89%.

Таким образом, было выявлено, что комбинация вакуумного и сверхвысокочастотного метода экстракции способствует ускорению протекания процесса и увеличивает выход водорастворимых веществ из плодов боярышника и листьев крапивы. В связи с этим является необходимым дальнейшее проведение исследований в этой области для выявления оптимальных режимов и параметров экстракции.

Список использованных источников:

1. Яцюк, В. Я. Биологически активные вещества крапивы двудомной / В. Я. Яцюк, Г. А. Чалый, О. В. Сошникова // Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова. 2006. № 1. С. 25–29.

2. Zeipiņa, S. Stinging nettle – the source of biologically active compounds as sustainable daily diet supplement / S. Zeipiņa, I. Alsiņa, L. Lepse // Research for Rural Development 20th. 2014. P. 34–38.

3. Ляхова, Н. С. Фармакологическое изучение суммарных извлечений из плодов боярышника: автореф. дис. … канд. фарм.наук: 15.00.25 / Ляхова Наталья Сергеевна. – Пятигорск, 2008. – 24 с

4. Третьякова, Ю. В. Товароведная характеристика плодов боярышника и продуктов их переработки: автореф. дис. …канд. тех. наук: 05.18.15 / Третьякова Юлия Владимировна. – Кемерово, 2009. – 19 с.

5. Молодцова, М.А. Возможности и перспективы использования микроволнового излучения в промышленности (обзор) / М.А. Молодцова, Ю.В. Севастьянова // ИВУЗ. «Леснойжурнал». – 2017. – №2. – С. 173-187.

6. Zhou H.-Y., Liu C.-Z. Microwave-assisted extraction of solanesol from tobacco leaves. J. Chromatogr. 2006. A 1129 (1), 135-139.

7. Sparr-Eskilsson C., Bjorklund E. Analytical-scale microwave-assisted extraction. J. Chromatogr. 2000. A 902 (1), 227-250.

8. Yan M.-M., Liu W., Fu Y.-J., Zu Y.-G., Chen C.-Y., Luo M. Optimisation of the microwave-assisted extraction process for four main astragalosides in Radix Astragali. Food Chem. 2010. 119 (4), 1663-1670.

9. Spigno G., De Faveri D.M. Microwave-assisted extraction of tea phenols: a phenomenological study. J. FoodEng. 2009. 93 (2), 210-217.

10. Crossley, J.I. Modeling the effect of microstructure on food extraction / J.I. Crossley, J.M. Aguilera // J. Food Process. Eng. 2001. 24, 161-177.

11. Гуськов А.А., Родионов Ю.В., Анохин С.А., Гливенкова О.А., Плотникова С.В. Технология вакуумно-импульсного экстрагирования растворимых веществ из крапивы и хмеля / Инновационная техника и технология. 2018. № 2, с. 23-27

© Исмаилов Л.Ю., 2021

УДК 677.017

ВЛИЯНИЕ ВЧ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ И ПОЛИЭФИРНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Каримуллин И.И., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Санитарно-эпидемиологическая ситуация в мире на сегодняшний день ставит перед производителями задачу расширения ассортимента материалов и изделий с антибактериальными свойствами. Придание текстильным материалам антибактериальных свойств возможно введением антибактериальных добавок на стадии синтеза и формования волокнообразующего полимера, нанесением антибактериальных веществ на стадии аппретирования, металлизацией поверхности, обработкой ультразвуком и др. [1-3]. Наиболее простым методом с технологической точки зрения является получение антибактериальных текстильных материалов путем пропитки функциональными препаратами. Однако низкая смачиваемость поверхности и невысокие сорбционные характеристики синтетических волокнистых материалов препятствует их эффективной пропитке антибактериальными препаратами.

Одним из перспективных методов модификации текстильных материалов, позволяющих регулировать их поверхностные свойства, является обработка плазмой высокочастотного (ВЧ) разряда пониженного давления. ВЧ плазменная модификация является экологичной технологией, позволяющей регулировать смачиваемость поверхности полимерных материалов, при этом приводя к их деструкции и не ухудшая объемных характеристик.

В качестве объектов исследования выбраны полипропиленовые (ПП) и полиэфирные (ПЭФ) нетканые материалы, произведенные по технологии спанбонд. Выбор объектов обусловлен их широким применением для изготовления одежды и белья медицинского назначения.

Модификация текстильных материалов проводилась в опытно-промышленной ВЧ плазменной установке емкостного типа. При ВЧ плазменной обработке варьировали мощность разряда Wp = 0,6-2,0 кВт, время обработки t = 1-10 мин, давление в вакуумной камере P = 20-30 Па, расход плазмообразующего газа G = 0,03 г/с. В качестве плазмообразующего газа использовался воздух [4, 5].

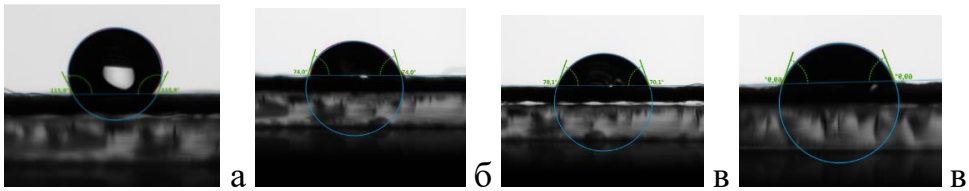
Оценка влияния ВЧ плазменной модификации на смачиваемость поверхности нетканых материалов осуществлялась по величине

статического краевого угла смачивания. Величину краевого угла определяли с помощью анализатора KRUSS DSA30B (Германия) со встроенным программным обеспечением, позволяющим получить изображение капли на поверхности материала и рассчитать краевой угол смачивания. В качестве смачивающей жидкости использовали воду дистиллированную.

Полученные результаты влияния ВЧ плазменной модификации на краевой угол смачивания поверхности ПП и ПЭФ нетканых материалов представлены в табл. 1. Изображения капель на поверхности исследуемых образцов представлены на рис. 1 и 2.

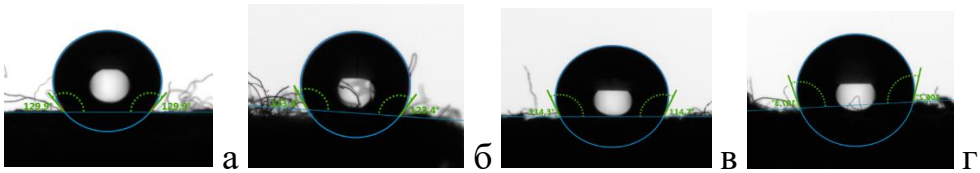
Таблица 1 – Значения статических краевых углов смачивания для контрольных и обработанных в ВЧЕ-плазме образцов

№ режима	Режим ВЧ плазменной модификации	Краевой угол смачивания, град.	
		ПП нетканый материал	ПЭФ нетканый материал
0	Образец без плазменной модификации	115,9	129,9
1	Wp = 0,6 кВт, t = 1 мин, P = 20–30 Па, G = 0,03 г/с, воздух	74,0	123,4
2	Wp = 1,2 кВт, t = 5 мин, P = 20–30 Па, G = 0,03 г/с, воздух	70,1	114,5
3	Wp = 2,0 кВт, t = 10 мин, P = 20–30 Па, G = 0,03 г/с, воздух	69,9	106,7



а б в в

Рисунок 1 – Изображение капли на поверхности ПП нетканого материала: а – образец до плазменной модификации; б – образец, модифицированный в режиме 1; в – в режиме 2; г – в режиме 3



а б в г

Рисунок 2 – Изображение капли на поверхности ПЭФ нетканого материала: а – образец до плазменной модификации; б – образец, модифицированный в режиме 1; в – в режиме 2; г – в режиме 3

Полученные данные позволяют сделать вывод, что ВЧ плазменная модификация приводит к улучшению смачивания поверхности исследуемых образцов. Наибольшее снижение значений краевого угла смачивания для текстильных материалов наблюдается после обработки в наиболее интенсивном режиме (Wp = 2,0 кВт, t = 10 мин, P = 20-30 Па, G =

0,03 г/с, воздух) и составляет для ПП нетканых материалов 40%, а для ПЭФ материалов 18% по сравнению с исходными образцами. Улучшение смачиваемости поверхности ПП и ПЭФ нетканых материалов можно объяснить происходящими в процессе ВЧ плазменной модификации процессами окисления поверхности исследуемых образцов, интенсивность протекания которых зависит как от режима ВЧ плазменной обработки, так и от химического состава полимера.

Список использованных источников:

1. Букина, Ю.А. Современные материалы для производства спортивной одежды и термобелья / Ю.А. Букина, Е.А. Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №9. - С. 112-114.

2. Хузина, Л.М. Полимерные материалы в производстве спортивной одежды / Л.М. Хузина, О.Г. Ивашкевич // Вестник Казанского технологического университета. -2012. - № 18. - С. 171-173.

3. Гребенкин А. А. Металлизация текстильных полотен в гидродинамическом поле / А.А. Гребенкин, А.Н. Гребенкин, С.В. Зверлин, А.Е. Макаров // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. - 2010. - № 3. - С. 40-42.

4. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. Казань: Изд-во КГУ, 2000, 348 с.

5. I I Karimullin et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1328 012040

© Каримуллин И.И., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф., 2021

УДК 691.175.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА-40

Кошеваров Д.Д., Редина Л.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

ООО «НПП «Радиапласт-Д», Москва

Изделия из фторопластов и композиционных материалов на их основе широко используются в качестве конструкционных узлов и уплотнений в ракетно-космической отрасли, что накладывает на них высокие требования по физико-механическим показателям и эксплуатационным характеристикам.

Фторопласт-40Т (Ф-40Т) представляет собой композиционный материал на основе сополимера тетрафторэтилена и этилена с дисперсным

наполнителем в виде диоксида титана. Ф-40Т способен эксплуатироваться в экстремальных условиях: высоких температурах, агрессивных средах и повышенном радиационном излучении [1-3]. Согласно отраслевому стандарту ОСТ В 6-05-5022-81 с изм. 1, 2, 3 «Детали и заготовки фторопластовые и полиэтиленовые. Специальные технические условия» гарантийный срок складского хранения фторопласта-40Т составляет 22 года.

Проведены работы по исследованию возможности увеличения сроков хранения и эксплуатации пластмассо-уплотнительных деталей узлов по результатам оценки свойств материалов после ускоренного старения.

Сущность метода заключалась в проведении ускоренных тепловых испытаний стандартных образцов (лопатки тип 5 ГОСТ 11262-2017, кубики и цилиндры ГОСТ 4651-2014) полимерного материала по режимам, имитирующим заданную продолжительность хранения и эксплуатации изделия с последующим определением деформационно-прочностных показателей:

разрушающее напряжение при растяжении, σр;

относительное удлинение при разрыве, εр;

напряжение при деформации сжатия 25%, σ25

Режимы ускоренных испытаний, имитирующие заданные сроки хранения и эксплуатации для исследуемого материала, определены ранее в соответствии с ГОСТ 9.707-81 «Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение».

Проведенные испытания фторопласта-40Т (Ф-40Т) показали стабильность физико-механических характеристик в течение длительного времени (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость деформационно-прочностных свойств Ф-40Т от срока хранения

Показатель	Имитируемый срок хранения, годы				
	2	5	10	20	25
Коэффициент сохранения разрушающего напряжения при растяжении, Кσт	0,98	0,93	0,99	0,95	0,98
Коэффициент сохранения относительного удлинения при разрыве, Кεр	0,99	-	0,93	1,09	1,08
Коэффициент сохранения напряжения при деформации сжатия 25%, Кσ	1,0	1,07	1,09	0,98	1,02

где К=П1/П0, где П0 и П1 – исходное и текущее значение контролируемого показателя.

Из табл. 1 видно, что деформационно-прочностные свойства Ф-40Т при растяжении и сжатии сохраняются практически на исходном уровне в условиях, имитирующих последовательно 25 лет хранения в отапливаемом складе.

На рис. 1 приведены значения коэффициента сохранения относительного удлинения при разрыве Ф-40Т после выдержки образцов в течение различного времени при температуре 120°С, соответствующей 25 и более годам хранения в условиях отапливаемого склада.

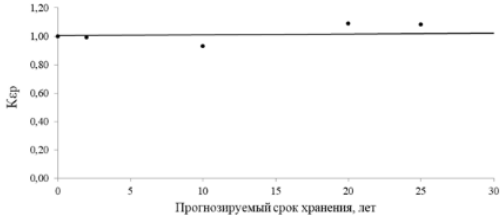


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента сохранения относительного удлинения при разрыве Ф-40Т от времени выдержки образцов при температуре 120°С

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что механические свойства Ф-40Т в образцах практически не изменяются при ускоренных испытаниях, имитирующих хранение в отапливаемом складском помещении в течение 25 лет.

На основании проведенных исследований можно гарантировать сохранение механических свойств композиционного материала на основе сополимера тетрафторэтилена и этилена с дисперсным наполнителем в виде диоксида титана в заготовках и сохранение работоспособности деталей из Ф-40Т в течение 25 лет.

Полученные в ходе испытаний данные позволяют прогнозировать сохранение работоспособности изделий из Ф-40Т в течение 30 лет складского хранения, что будет подтверждено дальнейшими испытаниями, имитирующими воздействие перепадов температуры и влажности воздуха.

Список использованных источников:

1. Паншин, Ю. А. Фторопласты / Ю.А. Паншин, С.Г. Малкевич, Ц.С. Дунаевская. – Л., 1978. – 231 с.

2. Бузник, В.М. Состояние отечественной химии фторполимеров и возможные перспективы развития / В.М. Бузник // Российский химический журнал. – 2008. – Т. LII. – № 3. – С. 7 – 12.

3. Логинов, Б.А. Российские фторполимеры: история, технология, перспективы / Б.А. Логинов, А.Л. Виллемсон, В.М. Бузник – М.,2013–318с.

© Кошеваров Д.Д., Редина Л.В., 2021

УДК 675.92.035

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лещенко Т.А., Черноусова Н.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Одним из возможных способов получения высокопористых волокнистых систем с достаточным для практического использования комплексом механических свойств является пропитка полотен различного рода составами, в том числе латексами и получение композиционных материалов с волокнистой матрицей на основе готового полотна. Известно, что механические свойства композиционных материалов в значительной мере зависят от степени пропитки полотна и увеличиваются при возрастании степени пропитки, что приводит, в свою очередь, к снижению пористости и проницаемости пропитанного материала. Поэтому целью работы являлось исследование влияния степени пропитки на характер структуры поверхности композиционных материалов, полученных пропиткой нетканых полотен.

В качестве объекта исследования было использовано нетканое иглопробивное полотно на основе полиэфирного волокна (ТУ 6–13–0204077–95–91) линейной плотностью 0,33 текс (диаметром 20-25 мкм). Волокнистый холст, полученный механическим способом формирования, упрочняли иглопрокалыванием при плотности основного прокалывания 180 $см^{-2}$ [1].

В качестве пропиточного состава использовался латекс на основе сополимера винилиденхлорида и бутадиена (ДВХБ-70) с сухим остатком 26% масс. (ТУ 38.303-04-03-90). Пропитку проводили прокаткой валиком погруженного в латекс образца полотна размером 10×12 см с последующим отжимом между валками с постоянным зазором, составляющим половину толщины полотна. Степень пропитки при постоянном зазоре между отжимными валками варьировали использованием латекса с различным сухим остатком, который регулировали разбавлением латекса дистиллированной водой. Сушку пропитанных образцов до постоянной массы проводили при температуре 60°С. Степень пропитки образцов (СМ, отн. ед.) рассчитывали как отношение разности m_1 и m к m, где m_1 и m – масса образца после и до пропитки соответственно, г.

Согласно литературным данным, формирование структуры нетканых полотен является следствием захвата волокон иглами при операции иглопрокалывания и их переориентации (рис. 1б), приводящее к образованию пучков с относительно большой плотностью упаковки

волокон (рис. 1а) [2]. Исходя из выше сказанного, перенос воздуха, в основном, происходит в пространстве между пучками, в котором, по сравнению с пучками, плотность упаковки волокон меньше. Вследствие этого, неравномерная плотность упаковки волокон влияет на распределение частиц полимера в волокнистой матрице композиционных материалов при различной степени пропитки [3].

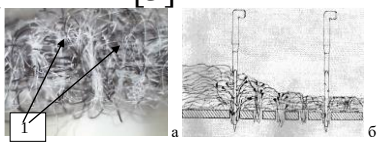


Рисунок 1 – Структура нетканого иглопробивного полотна (а) и схема действия игл (б) в процессе прокалывания волокнистого холста (1-пучки волокон)

При исследовании методом оптической микроскопии структуры поверхности композиционных материалов со степенью пропитки 0,017; 0,2 и 0,45. При C_M=0,017 поверхность композиционного материала соответствует поверхности исходного полотна, а C_M=0,45 является максимально достигнутой в условиях проведенного эксперимента степенью пропитки. Микрофотографии поверхности композиционных материалов представлены на рис. 2

Рисунок 2 – Микрофотографии композиционных материалов со степенью пропитки 0,017 (а), 0,20 (б) и 0,45 (в)

При осуществлении сушки пропитанного полотна объем волокнистой матрицы может увеличиваться, уменьшаться или оставаться без изменения с соответствующим влиянием на пористую структуру композиционных материалов. Основными факторами, влияющими на плотность полученного композиционного материала, являются: различные соотношения между объемом волокнистой матрицы и содержанием каучука при различной степени пропитки (p, кг/м^3). Согласно литературным данным, с целью определения изменения объема волокнистой матрицы в процессе сушки пропитанного полотна, существует способ, связанный с установлением зависимостей p-C_M и анализом коэффициентов уравнений, которые описывают эти зависимости [3].

При $0<C_M<0{,}45$ зависимость p-C_M имеет линейный вид [3].

Для анализа изменения объема волокнистой матрицы в процессе сушки пропитанного полотна имеется преобразование этого уравнения, с помощью которого можно вычислять значение объема волокнистой матрицы.

С целью оценки изменения объема волокнистой матрицы в процессе сушки пропитанного полотна удобно использовать безразмерный коэффициент $k/p_П$. В этом случае, постоянный объем волокнистой матрицы после сушки может быть отражен условием $k/p_П$=1, уменьшение объема волокнистой матрицы композиционного материала соответствует условию $k/p_П$>1, а возрастание объема – $k/p_П$<1 [3].

В результате пропитки нетканого полотна было получено $k/p_П$=0,8, что свидетельствует о том, что в процессе сушки объем волокнистой матрицы возрастает. Согласно зависимости p-$C_М$, представленной на рис. 3, увеличение объема волокнистой матрицы в процессе сушки пропитанного полотна непрерывно происходит до предельной степени пропитки, равной в условиях проведенного эксперимента 0,45.

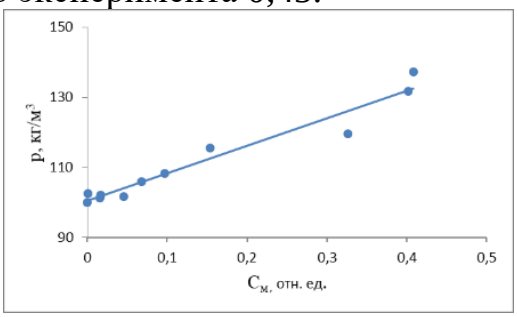


Рисунок 3 – Зависимость плотности композиционных материалов от степени пропитки

Таким образом, при изучении структуры поверхности композиционных материалов, полученных в результате пропитывания нетканых полотен, можно сделать вывод, что в процессе пропитки частицы полимера концентрируются в пространстве между волокнами, сгруппированными в пучки. Значительное расстояние между волокнами ограничивает удержание латекса и образование агломератов из частиц полимера, что соответствует предельной степени пропитки при увеличении сухого остатка латекса.

Список использованных источников:

1. Горчакова В.М., Сергеенков Л.П., Волощик Т.Е. Оборудование для производства нетканых материалов. МГТУ им. Л.Н. Косыгина М.: 2006 часть1. 671 с.

2. Черноусова Н.В., Дедов А.В. Способ получения нетканых иглопробивных материалов с увеличенным сопротивлением растяжению// Хим. Волокна. 2019. №3. С.51-54.

3. Дедов А.В. Структура пропитанных иглопробивных материалов из волокон различной химической природе//Энциклопедия инженера-химика 2012. №2. С.13-16

© Лещенко Т.А., Черноусова Н.В., 2021

УДК 661.18

ТЕМПЕРАТУРА ПОМУТНЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НОВОГО НЕИОНОГЕННОГО ПАВ

Лутфуллина Г.Г., Фатхутдинова А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Современные отрасли промышленности (нефтехимическая, пищевая, легкая и другие) активно используют различные вспомогательные вещества, в том числе и поверхностно-активные (ПАВ) в производственных целях [1]. ПАВ также влияют практически на все сферы человеческой деятельности. При этом применяют как индивидуальные ПАВ, так и их смеси. ПАВ сочетают в себе различные коллоидно-химические свойства: эмульгирующие, смачивающие, стабилизирующие, солюбилизирующие и т.д. На сегодняшний день для производства ПАВ все чаще стараются применять природное сырье, а именно растительные жиры и масла [2, 3].

ПАВ представляют собой амфифильные соединения, у которых в структуре есть гидрофильная и гидрофобная часть. Гидрофильная полярная группа определяет неионогенность и ионогенность ПАВ. Последние в водной среде разделяется на ионы как электролиты. Ионогенные, в свою очередь, подразделяются на амфотерные (амфПАВ), катионактивные (кПАВ), анионактивные (аПАВ) [4].

Целью данной работы является синтез и исследование свойств нПАВ на основе жирных кислот кукурузного масла (ЖККМ) и диэтаноламина (ДЭА).

На сегодняшний день кукурузное масло пользуется большим спросом благодаря своим полезным свойствам, биологическому составу витаминов и сравнительно недорогой стоимости. Оно широко применятся во многих отраслях: в пищевой промышленности, в косметологии и в составе фармацевтических продуктов.

В ЖККМ содержатся следующие кислоты: насыщенные (пальмитиновую 10,6% и стеариновую 1,9%), ненасыщенные (линолевую 53,5% и олеиновую 27,3%) [5].

Жирные кислоты синтезируют методом гидролиза соответствующих масел с дальнейшей очисткой дистилляцией.

При использовании ДЭА реакция идет по следующей схеме:

$$RCOOH + NH(CH2CH2OH)2 \rightarrow R–C(O)–N(CH2CH2OH)2+H2O, \quad (1)$$

где R – остаток жирной кислоты.

Получен диэтаноламид на основе ЖККМ – ККДА.

Контроль синтеза проводили по изменению кислотного числа (КЧ), которое в конце процесса составило 5,0 мгКОН/г (рис. 1).

Продолжительность синтеза нПАВ составила 5,5 часов.

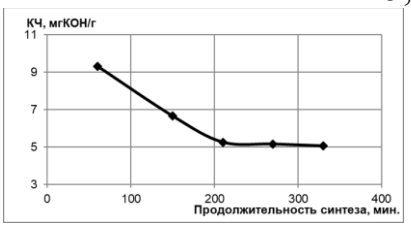


Рисунок 1 – Изменение КЧ в процессе синтеза ККДА

Полученный продукт при комнатной температуре представляет собой вязкий продукт темно-коричневого цвета.

Исследована поверхностная активность синтезированного вещества, определена температура помутнения.

В растворах нПАВ при нагревании варьируются физико-химические свойства. В частности, изменяется растворимость нПАВ. Для них характерна температура помутнения [6]. Температура точки помутнения ККДА равна 71,0-72,0°С. По сравнению с известным нПАВ – Неонолом АФ 9-12 полученные значения ниже на 10-15°С.

Поверхностное натяжение – это одно из самых важных коллоидно-химических свойств. Для измерения поверхностного натяжения использовали тензиометр DataPhysics DCAT 21. Использовался метод отрыва кольца (Дю-Нуи). Результаты экспериментов представлены на рис. 2, из которого видно, что при изменении концентрации поверхностное натяжение полученного ПАВ меняется слабо, уменьшаясь от 37,06 до 36,34 мН/м. Поэтому усложнялось определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ), являющейся оптимальной концентрацией, ниже и выше которой визуализируется снижение поверхностно-активных и моющих показателей [7]. ККМ исследуемого ПАВ лежит в диапазоне 0,25-0,5 г/дм^3.

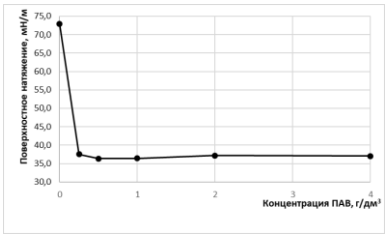


Рисунок 2 – Изменение поверхностного натяжения ККДА

Поверхностное натяжение водного раствора Неонола АФ 9-12 - контрольного ПАВ, меняется также незначительно, снижаясь от 34,6 до 32,8 мН/м.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Свойства синтезированного нПАВ

Показатель	ККДА
Внешний вид	Вязкая жидкость темно-коричневого цвета
ККМ, моль/дм^3	0,25-0,5
Температура помутнения водного раствора концентрацией 5,0 г/дм^3, °С	72,0-73,0

Таким образом, выполнен первый этап исследований нового нПАВ на основе ЖККМ. Дальнейшие работы будут направлены на изучение строения ПАВ, смачивающей, эмульгирующей способностей.

Список использованных источников:

1. Ланге К.Р., Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К.Р. Ланге; под науч. ред. Л.П. Зайченко. – СПб.: Профессия. 2004.- 239с.

2. Лутфуллина, Г.Г. Оптимизация состава композиций поверхностно-активных веществ, полученных из природного сырья/Г.Г. Лутфуллина, С.А. Петрова, И.О. Сизмина // Материалы национальной научно-практической конференции «Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития» Москва, 2020. -С. 103-107.

3. Садеева, Э.Н. Изучение свойств ПАВ из растительного сырья/Э.Н. Садеева Э.Н., Г.Г. Лутфуллина, Ю.А. Черкашина/Материалы III Всероссийской студенческой конференции с международным участием, посвященной 140-летию со дня рождения химика-органика Ю.С. Залькинда «Химия и химическое образование XXI века», 2015. -С. 93.

4. Плетнев, М.Ю. Поверхностно-активные вещества (Справочник)/ М.Ю. Плетнев, Е.Н. Колесникова, Н.А. Глухарева, Ю.Н. Козырева. –М.: ООО «Фирма Клавель», 2002.-786с.

5. Кукурузное масло: польза, вред и калорийность. https://foodandhealth.ru/maslo/kukuruznoe-maslo/

6. Буканова Е. Ф. Коллоидная химия ПАВ. Часть 1. Мицелообразование в растворах ПАВ. Учебное пособие / МИТХТ им. М. В. Ломоносова. Москва, 2006.

7. Штюпель, Г. Синтетические моющие и очищающие средства. / Г. Штюпель; под ред. А.И. Гершеновича, Д.Б. Фраймана. – М.: ГХИ. 1960. – 672с.

© Лутфуллина Г.Г., Фатхутдинова А.А., 2021

УДК 692.175.2

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ВИДЕ МАСТЕРБАТЧА

Миролюбова Т.В., Редина Л.В., Чмутин И.А., Курносова А.А.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Последние десятилетия характеризуются интенсивными исследованиями в области получения полимерных композиционных материалов (ПКМ) с различными функциональными свойствами. Одним из важнейших аспектов является придание им антибактериальных свойств, т.е. снижения количества микробов в массе изделия и на его поверхности с последующим подавлением их роста. Микроорганизмы повреждают поверхность пластиковых изделий несколькими способами:

направленное разрушение, при котором пластик или его компоненты (органические добавки, эластомеры, пластификаторы) используется в качестве питательной среды до полного повреждения (сквозные дыры, коррозии, микротрещины). Это ведет к изменению механических и физических свойства изделий – появляется повышенная газопроницаемость, ухудшаются изоляционные свойства, меняются показатели электропроводимости;

размножение колоний организмов на поверхности изделия, и, как следствие, изменение внешнего вида – появление пятен плесени, слизи;

патогенное размножение невидимое глазу – без видимых пятен или изменения цвета, иногда с присутствием резкого запаха, обусловленного выделением продуктов метаболизма бактерий – аммиак и сероводород. Чаще всего, таким образом, повреждаются вспененные полиуретаны или полистиролы, имеющие огромное количество микропор, в которых накапливается влага, и размножаются споры грибков.

Антибактериальная защита направлена против различных групп микроорганизмов – плесневых (молочная плесень) и дрожжевых грибов (грибы рода Кандида и Трихофитон), грамотрицательных и грамположительных бактерий (синегнойная палочка, микобактерии туберкулёза, сальмонеллы, стафилококки, стрептококки и прочие), вирусов (ВИЧ, полиомиелит, вируса различных штаммов гриппа, энтеральных и перентеральных гепатитов). Немаловажным также является не только обеспечение высокой стерильности полимерных поверхностей, но и придание дезодорирующих свойств. Поэтому антибактериальные добавки,

активно используются в производстве бытовых, строительных, конструкционных изделий систем вентиляции и кондиционирования, медицинских товаров, текстильных материалов, емкостей для обеззараживания воды, товаров спортивного назначения и особенно в области производства пищевой упаковки – экструзионных пленок для молочной промышленности, подложек для мяса и птицы, овощных сеток, бутылочек и баночек для йогуртов, сметаны и т.п. Защита пищевой упаковки одна из важнейших задач, стоящая в настоящий момент, т.к. некачественная и незащищенная упаковка может стать причиной токсикозов и тяжелых отравлений при попадании болезнетворных бактерий в организм человека.

В настоящее время разработаны различные технологии введения антибактериальных добавок в полимерные материалы:

нанесение на финальной стадии технологического процесса различных составов антимикробного назначения путем распыления аэрозолей или нанесения гелей с последующей дополнительной сушкой;

нанесение ламинирующего слоя с содержанием антибактериальных агентов на поверхность готового материала в виде тонкой пленки;

введение антибактериального агента в виде жидкости или порошка непосредственно при переработке полимерного материала в повышенной концентрации, т.к. прямое введение порошка или жидкости неминуемо несет потери активного агента за счет налипания на стенки бункера и дозирующего устройства;

добавление антибактериального мастербатча (суперконцентрата) в базовый полимерный материал на стадии экструзии, литья под давлением или формовании готовых изделий.

Самым эффективным и высокопроизводительным является последний метод, поскольку он исключает дополнительные стадии технологического процесса, использование другого сырья и материалов, существенно сокращает потери, снижает себестоимость готовой продукции, способствуют лучшему распределению антибактериального агента в полимерной матрице и сохранению его максимальной концентрации.

Антибактериальной активностью обладают соединения различной химические природы. К ним относятся:

органические соединения, полученные путем химического синтеза – полигуанидины, полифосфонаты, фенол, крезол, изотиазолины и другие;

металлы и их соединения (ионы металлов, их комплексы, соединения мышьяка, оловоорганические соединения, оксиды меди, серебра и пр.) [1, 2];

вещества природного происхождения (бетулин, экстракты зерен грейпфрута, зеленый чай и другие).

Однако применение некоторых из этих антибактериальных агентов недопустимо при использовании для пищевой упаковки или товаров народного потребления (детские игрушки, одноразовая посуда и пр.) из-за высокой токсичности. Например, OBPA – 10,10-оксибисфеноксиарсин – является соединением мышьяка. Другие агенты не выдерживают температурные режимы переработки полиолефинов (более 180°C), или несовместимы с такими компонентами как термостабилизаторы, антиоксиданты, смазывающие вещества.

В данной работе для производства образцов мастербатчей с антимикробными свойствами были выбраны три различных вида антибактериальных агента:

Finaguard AM природного происхождения, производитель Fine Organics Ind, Индия (Образец №1);

DCOIT (4,5-дихлор-2-n-октил-4-изотриазолин-3-one) (Образец №2);

композиция на основе частиц наносеребра (Образец №3).

Поскольку стандартное литьевое или экструзионное оборудование не позволяет добиться равномерного распределения агентов в матрице полимера, и эффекта равномерного диспергирования можно достичь только с применением мастербатчей, сам процесс их создания требует выбора специального оборудования, соблюдения определенных температурных режимов, контроля скорости переработки суперконцентрата.

На базе предприятия ООО «Полистом» были произведены три образца мастербатчей с 2 и 10% содержанием активного агента и контрольный образец №4 без содержания антимикробного агента. Полимерной основой был выбран ЛПЭНП (линейный полиэтилен низкой плотности) марки SABIC 500026 (ОАЭ) с высоким показателем текучести расплава (ПТР – 50 г/10мин при 190°C и нагрузке 2,16 кгс) [3]. Высокий ПТР готового мастербатча (42 г/10мин), обусловленный выбором его полимерной матрицы, способствует лучшему и более равномерному распределению антибактериального агента в массе полимерного изделия. Стоит отметить, что для производства литьевых или экструзионных изделий используются широко известные экономичные марки полимеров с низким показателем текучести расплава, такие как полиэтилен высокого давления ПЭВД 15313-003 (ПТР – 0,3 г/10мин) или полиэтилен низкого давления ПЭНД 293-285Д (ПТР – 0,7 г/10мин). Поэтому введение мастербатчей для модификации или окрашивания полимеров с ПТР в несколько раз выше ПТР основного сырья также способствует устранению таких дефектов как недолив литьевых форм, низкая скорость выпуска, деформация и коробление изделий.

Антимикробный агент в виде порошка вводился в предварительно измельченную полимерную основу на высокоскоростном лабораторном смесителе LMX10-VS для лучшей гомогенизации. Процесс производства

ПКМ, проводился на линии грануляции, включающей двухшнековый экструдер с низким напряжением сдвига марки Leistritz, для более равномерного распределения наполнителя внутри полимерной матрицы. При получении образца на основе агента природного происхождения Finaguard AM придерживались температуры переработки до 140°C во избежание снижения биоцидности данного агента по рекомендации производителя. Для остальных образцов температурный режим в разных зонах экструдера изменялся от 180 до 220°C. Параметры процесса приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технологические режимы переработки мастербатчей

Показатель	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Зона 1, °C	120	180	180
Зона 2, °C	130	200	200
Зоны 3-9, °C	130-140	200-220	200-220
Зона 10, °C	135	170	170
Обороты экструдера, об/час	200	200	200
Обороты дозатора, об/час	30	30	30
Температура массы, °C	140	200	200
Давление массы, мПа	42	39	40

Последним немаловажным этапом производства суперконцентрата было просеивание материала через вибросито. Полученные мастербатчи были прозрачными с серовато-белым оттенком в виде гранул цилиндрической формы и одинаковым размером 2-4 мм. Одноразмерная гранула имеет одинаковую насыпную плотность, что облегчает загрузку и отсутствие застоев подачи сырья через волюметрические или гравиметрические дозаторы и способствует отсутствию непроплавов и агломератов на поверхности полимерных изделий.

Таблица 2 – Биоактивность и значения зон подавления роста бактерий образцов

Размеры зоны подавления роста бактерий, мм Биоактивность			
Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
			0 отсутствует
15 слабовыраженная			
	30 высокая	42 высокая	

Антибактериальные свойства мастербатчей оценивали стандартным методом по МУК 4.2.1890–04, который заключался в исследовании чувствительности микроорганизмов, помещенных на твердую питательную среду – мясопептонный агар (МПА) в присутствии грамм положительной спорообразующей бактерии Bacillus subtilis. Результаты тестирования, представленные в табл. 2, показали антибактериальную активность разной степени.

Таким образом, можно отметить, что все три активных агента различного генеза подходят для производства антимикробных мастербатчей и показывают биоактивность разной степени. В дальнейшем выбор

активного агента должен быть обусловлен требуемой степенью бактерицидности, достаточной рабочей концентрацией в готовом изделии, а также областью применения готовых полимерных изделий. Так, для пищевой упаковки сохраняются повышенные требования бактерицидности материалов.

Список использованных источников:

1. Чуловская А. Л., Гарасько Е. В., Кравченко Т. П. Композиционный материал на основе полипропилена с биоцидными свойствами // Успехи в химии и химической технологии. 2013. Т. XXVII. №3. С. 115-120.

2. Дмитриева А. Д., Кузьменко В. А., Одинцова Л. С., Одинцова О. И. Синтез и использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. Вып. 8. С. 67-70.

3. Раувендаль К. Экструзия полимеров/ под ред. Малкина А. Я. – СПб: Профессия, 2010. 762 с.

© Миролюбова Т.В., Редина Л.В., Чмутин И.А., Курносова А.А., 2021

УДК 677.027.625:677.4:661.666

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИКАПРОАМИДНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ НИТИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТЕРМОРЕАКТИВНЫМИ СМОЛАМИ

Морозова М.А., Редина Л.В., Егорова Д.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Разработка новых технологий получения конструкционных материалов является одним из приоритетных направлений развития науки и техники. Наиболее перспективными для этих целей материалами являются углеродные волокна (УВ), так как они обладают комплексом уникальных свойств: высокими удельными прочностными характеристиками, высокой термостойкостью, устойчивостью к химическим и другим внешним воздействиям [1].

УВ получают путем высокотемпературных превращений исходных волокон-прекурсоров. Большую часть углеродных волокон получают из трех видов прекурсоров – полиакрилонитрила (ПАН), мезофазного пека и целлюлозы.

Сдерживающим фактором использования УВ является их дороговизна. Наибольшие объемы производства относят к углеродным волокнам из полиакрилонитрильных прекурсоров. Это обусловлено

простой и отработанной технологией производства УВ из ПАН. Однако в России нет предприятий, выпускающих ПАН прекурсор с необходимыми характеристиками, для этих целей используется импортное сырье, что существенно удорожает стоимость готовой продукции [2].

На сегодняшний день, по-прежнему, остается актуальной задача поиска новых дешевых и доступных источников для получения УВ. Для решения данной задачи может быть использовано поликапроамидное (ПКА) волокно, объем выпуска которого занимает наибольшую долю российского рынка. ПКА волокна имеют высокую степень кристалличности и высокое содержание углерода. Потенциальная стоимость УВ на основе поликапроамида может быть в два-три раза ниже стоимости классических углеродных волокон на основе полиакрилонитрила.

Процесс получения УВ включает три основные стадии: окисление, карбонизацию и графитацию. Наиболее важной стадией, на которой происходит образование предструктур, является предокисление [3].

В качестве прекурсора была использована поликапроамидная техническая нить линейной плотностью 187 текс (ПАО «КуйбышевАзот», ТУ 2272-028-00205311-04), а в качестве модификаторов – кремний- и фторсодержащие термореактивные смолы в виде силоксанового каучука (СКТН-А) и фторполимерного латекса (ЛФ-2).

Обработку нити модификаторами осуществляли методом пропитки при температуре 25°С в течении 1-2 минут. Затем проводили отверждение смол при повышенной температуре 75°С для волокна, обработанного фторполимерным латексом, а в случае модифицирования силоксановым каучуком – при комнатной температуре в присутствии катализатора типа №18, содержащего соли олова.

Способность к карбонизации волокон оценивали с помощью микроскопа с нагревательным столиком «Боэтиус» при температуре до 230°С в среде воздуха.

Предокисление волокон проводили в электрошкафу с вентилятором, подвешивая без утяжелителей, в среде воздуха, постепенно повышая температуру до 230℃ в течение 5 часов.

Физико-механические характеристики оценивали с помощью разрывной машины РМ-30.

Исследования способности ПКА волокон к карбонизации показали, что исходное волокно полностью расплавилось (рис. 1а), а их обработка термореактивными смолами позволяет сохранить волокнистую структуру без образования склеек элементарных нитей (рис 1б, 1в), что свидетельствует о возможности получения углеродного волокна из модифицированных поликапроамидных нитей.

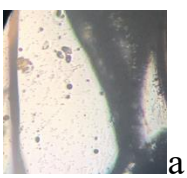
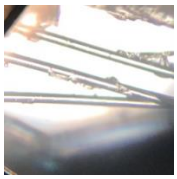
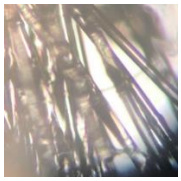
 а  б  в

Рисунок 1 – Фотографии ПКА волокон под микроскопом после температурного воздействия на нагревательном столике (230°С в среде воздуха): а – исходного; б – модифицированного силоксановым каучуком; в – модифицированного фторполимерным латексом

Следует отметить, что волокна, обработанные фторполимерным латексом, после температурного воздействия на нагревательном столике потемнели и стали светло-коричневого цвета, что может свидетельствовать о смещении процесса разложения в область более низких температур, оказывая стабилизирующее действие.

После предокисления модифицированных термореактивными смолами ПКА волокон потеря массы оказалась незначительной (табл. 1). Усадка волокна, обработанного фторполимерным латексом, после температурного воздействия составила ~ 31,7%, а силоксановым каучуком ~ 18,8%. Волокнистая структура сохранилась. Все это указывает на возможность перевода ПКА волокна в неплавкое состояние и получения из него углеродного волокна.

Таблица 1 – Потеря массы и усадка поликапроамидных волокон после предокисления

Наименование образца ПКА волокна	Потеря массы, %	Усадка, %
исходное	-	-
модифицированное силоксановым каучуком	3,6	18,8
модифицированное фторполимерным латексом	9,8	31,7

Исследование физико-механических характеристик модифицированных нитей показывает (табл. 2), что после обработки ПКА волокна силоксановым каучуком происходит упрочнение волокна на 18 %, и повышение удлинения на 53%, что может быть связано с заполнением модифицирующим составом дефектов и неровностей на поверхности волокна [4].

Таблица 2 – Изменение прочности и удлинения модифицированных волокон до и после предокисления по отношению к исходному поликапроамидному волокну

Наименование образца ПКА волокна		Прочность, %	Удлинение, %
исходное	до предокисления	100	100
	после предокисления	-	-
модифицированное силоксановым каучуком	до предокисления	118	153
	после предокисления	13	1122
модифицированное фторполимерным латексом	до предокисления	91	103
	после предокисления	16	125

Обработка фторполимерным латексом, напротив, приводит к снижению прочности исходного волокна на 9%, а удлинение увеличивается на 3%. Это можно объяснить присутствием в составе латекса воды, возможно, вызывающей смещение амидного равновесия.

После предокисления наблюдается резкое снижение прочности для волокон, обработанных любым из модификаторов, примерно на 85% по отношению к исходному ПКА волокну. При этом удлинение возрастает: для волокна, обработанного латексом на 25%, а каучуком – более существенно на 1022%. Увеличение удлинения может быть связано с разориентацией макромолекул волокна под действием температуры (т.к. конечная температура обработки выше температуры плавления поликапроамида), а также с отсутствием дополнительного натяжения, способствующего сохранению ориентации макромолекул в процессе предокисления.

Для снижения усадки, которая возникает вследствие изменения внутренних напряжений в волокне, обусловленных протеканием релаксационных процессов и циклизации, необходимо проводить процесс вытяжки, который реализован в новом устройстве для термоокислительной стабилизации [5]. Кроме того, натяжение осуществляет дополнительное удлинение волокна, что может положительно отражаться на его физико-механических свойствах.

Таким образом, показана возможность перевода ПКА нити в неплавкое состояние с сохранением волокнистой структуры, что является первым важным шагом к получению на его основе УВ. После предокисления модифицированных образцов наблюдается разориентация макромолекул, что способствует увеличению удлинения и снижению прочности волокна. Для увеличения физико-механических показателей необходимо подобрать оптимальные условия для проведения предокисления: натяжение, скорость увеличения температуры и время выдержки.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-33-90055.

Список использованных источников:

1. Мелешко, А. И. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты / А. И. Мелешко. – М. : Сайнс-пресс, 2007. – 192 с.

2. Исследовательская группа ИНФОМАЙН. Обзор рынка углеволокна в мире и СНГ. – Декабрь, 2017. – 144 с.

3. Конкин, А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы / А. А. Конкин. – М. : Химия, 1974. – 376 с.

4. Морозова, М. А. Исследование топографии поверхностно-модифицированных поликапроамидных волокон / М. А. Морозова, Л. В. Редина // Инновации молодежной науки: тез. докл. Всерос. науч. конф.

молодых ученых / С.-Петербургский гос. ун-т пром. технологий и дизайна. – СПб. : СПбГУПТД, 2018. – С. 335.

5. Пат. 180584 Рос. Федерация, МПК D 01 F 9/00. Устройство непрерывной термоокислительной стабилизации длинномерных волокнистых материалов / Морозов А. Б., Морозова М. А.; заявитель и патентообладатель Морозов А. Б., Морозова М. А. – № 2017141630; заявл. 29.11.2017; опубл. 19.06.2018; Бюл. № 17. – 6 с.

© Морозова М.А., Редина Л.В., Егорова Д.И., 2021

УДК 547.979

СТАБИЛИЗАЦИЯ НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ЭКСТРАКТА ПАПРИКИ И КРАСНОГО СВЕКОЛЬНОГО МЕТОДАМИ ВВЕДЕНИЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ

Никульников Ф.М., Гудок А.А.
Научный руководитель Кобраков К.И.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

На сегодняшний день объем применения и технологические характеристики синтетических красителей значительно превосходят натуральные. Однако, в последние годы интерес к натуральным красящим веществам значительно возрастает. Это связано, как с появлением научных сведений о небезопасности синтетических красителей, так и с повышением актуальности натуральных добавок у потребителей. Исследования спроса на природные красители в Европе за последнее десятилетие показали, что их потребление постоянно растет, при этом в совокупном темпе среднегодового роста европейского рынка натуральных ингредиентов за 2019 год натуральные красители возглавили рейтинг, показав результат в 12,9% [1]. Большую долю этого рынка по объемам продаж занимают красные красители (около половины объема), затем желтые, оранжевые и зеленые. Исследования последних лет выявили, что использование биологически активных веществ растительного происхождения также обладают различными антиоксидантными свойствами, которые могут быть использованы как в косметической, так и фармацевтической промышленностях [2]. Поэтому для проведения экспериментов нами были выбраны два красителя: красный свекольный Е162 и экстракт паприки Е160с, в который входят капсантин и капсорубин.

Однако красный свекольный краситель имеет ограниченное применение. При нагревании, на свету краситель разрушается, приобретая коричневый оттенок, поэтому преимущественно используется для

производства продуктов, технология приготовления которых исключает интенсивную термообработку. Что же касается экстрактов паприки, то они также чувствительны к окислению, изменению pH и особенно свету. При длительном хранении на свету в прозрачных упаковках или же контакте с кислородом происходит полное обесцвечивание пигмента [3].

Решением сложившейся ситуации может стать разработка технологии стабилизации натуральных красителей, путем введения антиокислителей. Конечная цель настоящего исследования – разработать технологическое обеспечение стабильности натуральных красителей, которые будут использоваться в косметической, фармацевтической, пищевой и других отраслях.

Таким образом был проведен эксперимент в два этапа: стабилизация натурального концентрата сухого свекольного красителя, нанесенного на мальтодекстрин и жидкого олеорезина паприки 40000 CU, нанесенного на декстрозу. В качестве антиокислителей для свекольного красителя были выбраны: аскорбиновая кислота в количестве 0,2%, 0,5% и 1% в смеси, лимонная кислота в тех же пропорциях и пирофосфат натрия кислый в количестве 0,1% и 0,2% в смеси. Количество свекольного концентрата составило 30% во всех исследуемых навесках. Оставшееся процентное соотношение в смеси пришлось на носитель: картофельный мальтодекстрин с декстрозным эквивалентом 18-20 DE. Контрольный образец представляет смесь 30% красителя и 70% мальтодекстрина.

Далее были подготовлены 0,5%-е водные растворы, которые разделили на две группы: 1) на холодильное хранение 4 недели 2) выдержку в термостате при температуре t=90°C в течение одного часа. Образцы обоих группы были проанализированы в системе CIE LAB на приборе Lovibond Spectrophotometr TR520. Показателем успешного результата является наименьшее ΔE (отклонение от эталона), а именно, когда $\Delta E \leqslant 1$. Это означает, что изменение цвета происходит в диапазоне, который не может быть определен визуально. Результаты были занесены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Результат после 1 часа при t = 90°C; 0,5% раствор

	L	A	B	ΔE
Эталон	27,37	9,86	2,97	
К	29,02	9,86	4,09	2,00
К+А02	28,70	9,68	3,77	1,56
К+А05	28,67	9,69	3,37	1,51
К+А1	28,71	9,71	3,77	1,57
К+Л02	30,01	8,64	4,45	3,26
К+Л05	29,71	9,66	4,05	2,58
К+Л1	31,15	7,32	5,28	5,11
К+Ф01	29,18	9,86	4,22	2,20
К+Ф02	29,36	9,79	4,54	2,54

Таблица 2 – Результат после хранения 4 недель при температуре 4°С; 0,5% раствор

	L	A	B	ΔE
Эталон	27,31	9,81	2,78	
К	27,58	9,05	1,63	1,4
К+А02	27,56	8,84	1,58	1,56
К+А05	33,14	0,61	7,79	11,99
К+А1	27,4	10,91	0,74	2,31
К+Л02	27,31	8,54	1,42	1,85
К+Л05	27,88	10,56	1,28	1,77
К+Л1	28,79	9,56	1,9	1,73
К+Ф01	27,76	9,47	1,85	1,08
К+Ф02	27,59	8,22	1,86	1,86

Наилучший результат при холодильном хранении 0,5%-го раствора смеси с концентратом свекольного сока показало добавление 0,1% пирофосфата натрия кислого ΔE=1,08. Наихудший результат показало добавление аскорбиновой кислоты в дозировке 0,5% в смеси, где ΔE=11,99. При термической обработке наименьшую потерю красящей способности свекольного красителя при термообработке 90°С в течение одного часа показал премикс с добавлением 0,5% аскорбиновой кислоты ΔE=1,51. При этом добавление лимонной кислоты показало наихудший результат. Тем самым полученные результаты по свекольному красителю имеют высокую ΔE, что свидетельствует о том, что эксперимент стоит продолжить и рассмотреть варианты смешения антиокислителей, а также поиска и проверки новых синергистов.

На втором этапе эксперимента наибольшую стабильность и устойчивость к солнечному свету показал образец олеорезина паприки с добавлением 10% смеси токоферолов к массе красителя ΔE=0,20, что может являться конечным результатом эксперимента. Однако, при этом стоит учесть, что соотношение экстракта паприки и экстракта розмарина 10% (к массе красителя) также показало высокую сохраняемость цвета, однако было отмечено, что образец имел более темный оттенок и приобрел специфический запах.

Список использованных источников:

1. Downham A, Collins P Colouring our foods in the last and next millennium//Int J Food Sci Technol. 2000. №35:5–22.

2. Харламова О.А., Кафка Б.В. Натуральные пищевые красители. М., 1989. 191 с.

3. Болотов В.М., Нечаев А.П., Сарафанова Л.А. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. СПб., 2008. 240 с.

© Никульников Ф.М., Гудок А.А., 2021

УДК 675.024.4:541.49:541.64

ВЛИЯНИЕ МАСКИРОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕТЕРОЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ К ПОДЩЕЛАЧИВАНИЮ

Новиков И.Е., Чурсин В.И.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Мировая кожевенная промышленность потребляет до 30% от общего производства соединений хрома. При традиционной технологии дубления порядка 10-15% солей хрома попадает в сточные воды и требует соответствующих дополнительных методов очистки [1, 2]. В литературе приводятся сведения о возможном превращении соединений хрома (III) в хром (VI) под действием различных окислителей, присутствующих в, частности, в жирующих композициях, и проявляющих свою активность при повышенных температурах [3, 4]. Кроме того, утилизация хромсодержащих твердых отходов, таких как обрезь, хромовая стружка, шлифованная пыль и шлам, также представляет собой серьезную проблему. В связи с этим кожевенные предприятия, сталкивающиеся с давлением законодательства по охране окружающей среды и большими затратами на очистку хромсодержащих стоков, стараются использовать более экологичные методы дубления, предусматривающие сокращение использования дубящих солей хрома. Одним из перспективных направлений исследований является разработка хромсодержащих комбинированных дубителей на основе соединений алюминия, титана, циркония, в которых содержание соединений хрома составляет менее 50%.

Разрабатываемые альтернативные дубители должны удовлетворять следующим критериям: хорошая гидротермическая устойчивость (температура сваривания), по возможности, более светлая окраска, экологичность, сопоставимая стоимость и универсальность применения в производстве различных видов кожи. К числу таких дубителей можно отнести комбинации хром-цинк и алюминий-цинк, с помощью которых можно получить полуфабрикат светлых оттенков с температурой сваривания 85-90°С, идеально подходящих при производстве ассортимента готовой продукции пастельных тонов. Цинк относится к нетоксичным соединениям – допустимое содержание цинка в сточных водах в 2 раза выше, чем Cr^{3+}, и в 20 раз выше, чем Cr^{6+}.

Целью настоящей работы является получение комбинированного дубителя на основе дубящих соединений хрома и солей цинка. Эти соединения обладают способностью образовывать комплексы различного состава, в том числе и гетероядерные. Вопросы комплексообразования в таких системах требуют тщательного изучения, поскольку от состава и

свойств гетероядерных комплексов зависят технологические характеристики процесса дубления и показатели готовой продукции.

В предыдущих исследованиях было установлено влияние соотношения соединений хрома и солей цинка на процесс комплексообразования и установлено оптимальное соотношение реагентов, при котором наблюдается максимальный выход гетероядерного комплекса [5]. Известно, что в процессе хромового дубления на его заключительной стадии вводят щелочные реагенты для повышения основности дубителя, что обеспечивает связывание его с функциональными группами белка. Значение pH раствора при этом не должно превышать 4,2 единиц, чтобы предотвратить образование осадка гидроксида хрома. Одним из методов повышения устойчивости хромового дубителя к подщелачиванию является введение маскирующих реагентов.

В качестве маскирующего лиганда использовали цитрат калия. В ходе эксперимента в растворы приготовленных и выдержанных в течение 24 часов хром-цинковых комплексов вводили соответственно 0,5; 1,0 и 1,5 моль цитрата калия. Спектральные характеристики исследовали методом спектрофотометрии на приборе ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В с кюветами длиной 10 мм. Значение pH исследуемых растворов измеряли на иономере 150МИ с комбинированным электродом ЭСК-10603/7. Титрование растворов с добавками маскирующего реагента осуществляли 0,1 н. раствором гидроксида натрия при постоянном перемешивании с использованием магнитной мешалки.

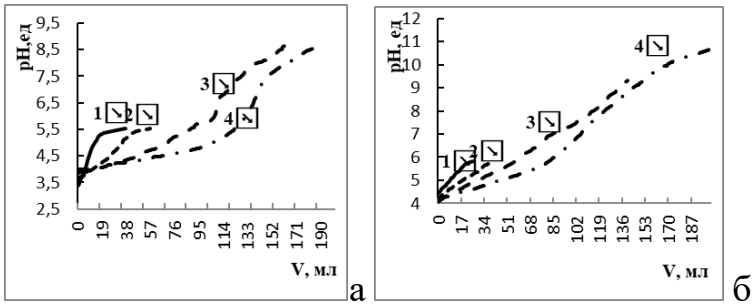
Предварительные исследования показали, что гетероядерные комплексы при смешении растворов хромового дубителя и солей цинка образуются при соотношении Cr:Zn (1:1) для сульфата цинка и при соотношении Cr:Zn (1:4) для ацетата цинка [6]. Как известно, образование гетероядерных комплексов само по себе приводит к повышению их стабильности по сравнению с гомоядерными комплексами, сдвигая значение pH начала осаждения гидроксидов металлов.

Следует отметить, что кроме типичных для комплексов хром-сульфат цинка полос поглощения при 420 и 580 нм, в полученных спектрах появляются дополнительные максимумы при 400 нм независимо от массовой доли цитрата калия. Такой гипсохромный сдвиг, сопровождаемый гиперхромным эффектом по мере увеличения доли цитрата калия в растворе, свидетельствует об образовании разнолигандных комплексов, в которых в качестве дополнительной к сульфогруппе во внутреннюю сферу смешанного комплекса внедряется цитратная группа.

Введение лиганда лимонной кислоты в раствор смешанного хромцинкового дубителя на основе ацетата цинка в меньшей степени отражается на характере спектра поглощения комплекса. Установлено, что максимумы поглощения при 420 нм и 580 нм в присутствии лимонной

кислоты испытывают батохромный сдвиг. Это также может свидетельствовать в пользу образования разнолигандных, но более устойчивых комплексов, поскольку ацетатные лиганды обладают большим сродством к центральным атомам в смешанных комплексах, чем сульфогруппы.

Анализ зависимостей значений pH исследуемых растворов от количества добавленного щелочного реагента, представленные на рис. 1, позволяет утверждать, что введение маскирующей добавки приводит к повышению устойчивости гетероядерных комплексов к подщелачиванию, выражающееся в более высоких значениях pH, при которых фиксируется начало помутнения исследуемых растворов. Из приведенных зависимостей следует, что наиболее высокой устойчивостью к подщелачиванию обладают растворы, маскирование которых осуществлялось добавлением 1.0 Моль цитрата натрия.



а б

Рисунок 1 – Влияние подщелачивания на значение pH растворов гетероядерных комплексов на основе сульфата цинка (а) и ацетата цинка (б) при маскировании цитратом натрия в количестве (Моль): исходный (1); 0,5 (2); 1,0 (3); 1,5 (4)

Как следует из кривых потенциометрического титрования исследуемых комплексов раствором щелочи, представленных на рис. 1, на них можно выделить области, начинающиеся с резкого подъема (кривые 1 и 2), которые соответствуют образованию полиядерных соединений. Дальнейшее повышение pH приводит к образованию гидроксокомплексов.

Таким образом, введение в состав гетероядерных хромцинковых комплексов цитрата натрия, приводит к вытеснению акво-групп из внутренней сферы, что замедляет гидролиз, и повышает устойчивость смешанных комплексов к осаждению.

Изучена кинетика растворения сухих композиционных дубителей, полученных из исследованных растворов гетероядерных комплексов в результате высушивания в сушильном шкафу при температуре 105°C. Кинетику растворения оценивали по результатам изменения pH и электропроводности растворов во времени с использованием кондуктометра (рис. 2). При растворении в воде гетероядерные, маскированные цитратом натрия, комплексы подвергаются электролитической диссоциации, которая протекает последовательно. На

первом этапе в раствор переходят внешнесферные ионы, и только затем лиганды, находящиеся во внутренней сфере комплекса и более прочно связанные с атомами комплексообразователя.

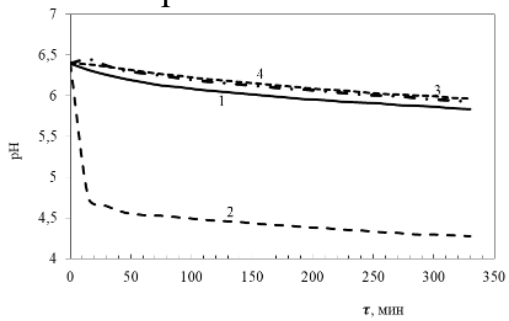


Рисунок 2 – Кинетика растворения порошков состава: СХД: сульфат цинка: 1:1 (1), СХД: сульфат цинка: цитрат калия 5:5:2 (2), СХД: ацетат цинка 8:2 (3), СХД: ацетат цинка: цитрат калия 8:2:1,5 (4)

Рассматривая представленные на рис. 2 зависимости можно сделать вывод, что цитратная группа, внедрившаяся во внутреннюю сферу смешанного хромцинкового комплекса, оказывая маскирующее действие, вытесняет сульфогруппы во внешнюю сферу, что сказывается на снижении значения pH при растворении дубителя.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что введение цитрата натрия в раствор гетероядерных комплексов приводит к повышению их устойчивости к подщелачиванию. Этот эффект позволяет проводить дубление в менее кислых растворах и обеспечивать безопасное повышение основности в процессе дубления. Методом кондуктометрии показана роль маскирующего реагента в изменении состава гетероядерных хромцинковых комплексов.

Список использованных источников:

1. Volker Rabe, Taking tanning to the next level with an improved pickle product./ Volker Rabe, Maurice Aertse, Thomas Schneider. //World leather. – N.4-5. – 2019. – p.14-22

2. Yuling Tang, Effect of Leather Chemicals on Cr(III) Removal from Post Tanning Wastewater./ Yuling Tang, Jianfei Zhou, Yunhang Zeng, Wenhua Zhang, Bi Shi // Journal of the American Leather Chemists Associaction. –2018. – V.113. –N.3 – p.74-81

3. Чурсин В.И. Технологические процессы и экология кожевенного производства:монография М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина - 2019/ – 161 с.

4. Чурсин В.И. Магомедова П.М.Исследование взаимодействий в системе белок-соли цинка- органический дубитель//Российский химический журнал. – 2020. – Т.64. – №2. – с. 37-44

5. Чурсин В.И. Еремина Е.А. Комплексообразование в растворах солей цинка и хрома. Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной

конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н.Косыгина» Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». – 2020. – с.189-192

6. Гумеров, О. А. Решетник, Т. Ю. Расчёт состава и констант равновесий гетероядерных комплексов по данным потенциометрического титрования// Вестник технологического университета. –2016. – Т.19. – №1. – с. 64-68

© Новиков И.Е., Чурсин В.И., 2021

УДК 546.82:546.04

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕХХЛОРИСТОГО ТИТАНА

Кузин Е.Н., Носова Т.И., Федоров А.В.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва

Сегодня многие отрасли промышленности используют в своих технологических процессах различные соединения титана. Диоксид титана – крупнотоннажный продукт, который является универсальным наполнителем или отбеливателем в фармацевтических и косметических производствах, входит в состав многих продуктов пищевой промышленности в качестве добавки Е171. Наряду с этим, наночастицы диоксида титана используют в изготовлении антибактериальных покрытий, компонентов сенсабилизированных красителем солнечных батарей, оптическом приборостроении и аналитической химии [1].

Треххлористый титан ввиду уникальности химических свойств и строения составляет основу катализатора Циглера-Натта, который широко применяется в органическом синтезе линейных неразветвленный полимеров-производных винила. Кроме того, данный катализатор используют для получения конденсационных полимеров, синтеза смазочных материалов и масел, изготовлении медицинских изделий, мембран, лакокрасочных материалов, пигментов и отдельных видов текстильной продукции [2]. Треххлористый титан также входит в состав покрытия анодов для электрохимического производства гидроксида натрия и хлора.

В том случае, когда речь идет о медицине, сенсибилизированных красителем солнечных батареях или разработке инновационных материалов (например, аэрогелей) в качестве прекурсора для синтеза наночастиц диоксида титана применяют именно треххлористый титана. Основным

преимуществом треххлористого титана по сравнению с тетрахлоридом – возможность синтеза наночастиц с необходимыми свойствами и структурой.

К сожалению, существующие сегодня технологии производства хлорида титана (III), весьма сложны и экологически не безопасны, а получаемый треххлористый титана становится дорогим и дефицитным реагентом. Большая часть технологий синтеза основана на восстановлении четыреххлористого титана металлами (алюминий, магний или титан), или газообразным водородом (реакции 1-3 [3-4]) в жестких условиях (высокая температура, давление, инертная атмосфера).

$$2TiCl_4 + H_2 \rightarrow 2TiCl_3 + 2HCl\uparrow \quad (1)$$

$$3TiCl_4 + Al \rightarrow 3TiCl_3 + AlCl_3 \quad (2)$$

$$3TiCl_4 + Ti \rightarrow 4TiCl_3 \quad (3)$$

С учетом указанных условий реализация процесса синтеза треххлористого титана в производственном масштабе приведет к необходимости в установке дорогостоящей аппаратуры и высоким энергозатратам. При этом концентрированный тетрахлорид титана склонен к гидролизу при контакте с влажным воздухом, что в свою очередь приводит к образованию паров соляной кислоты и наночастиц диоксида титана. Данная особенность реагента обуславливает его высокую коррозионную активность и опасность для обслуживающего персонала.

С учетом вышесказанного, основной целью исследования является разработка энергосберегающей и безопасной с точки хранения производства и экологии технологии синтеза треххлористого титана электрохимическим восстановлением слабоконцентрированных водных растворов хлорида титана (IV).

На ранних этапах исследования авторами была установлена возможность получения треххлористого титана путем электрохимического восстановления 5%-ного водного раствора хлорида титана (IV) алюминием, титаном или железом [5-7]. В процессе синтеза возможно одновременное протекание нескольких реакций по гидролитическому (реакции 4-6) и окислительно-восстановительному (реакция 7) механизму.

$$TiCl_4 + 4H_2O \rightarrow 4HCl + Ti(OH)_4 \quad (4)$$

$$2Al^{+3} + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow \quad (5)$$

$$2TiCl_4 + H_2 \rightarrow 2TiCl_3 + 2HCl \quad (6)$$

$$Al^{+3} + 3TiCl_4 \rightarrow 3TiCl_3 + AlCl_3 \quad (7)$$

Отмечено, что с использованием алюминиевых электродов при плотности тока 10 А/дц^2 процесс протекает наиболее стабильно, с хорошим выходом и чистотой целевого продукта. А одновременное образование в системе промежуточных форм оксихлорида алюминия станет преимуществом в случае использования полученного хлорида титана (III) в качестве катализатора полимеризации [8]. В связи с чем, оптимальными

параметрами в нашем эксперименте были выбраны: сила тока 10 А/дц^2, восстановитель – алюминий (электротехнический).

Для проведения синтеза были использованы водные растворы хлорида титана (IV) с концентрациями 2,5%, 5,0% и 7,5% соответственно. В процессе синтеза через равные интервалы времени отбирали пробы и отслеживали изменение температуры реакционной среды. После завершения процесса синтеза (старт разложения треххлористого титана) измеряли значение pH в каждой отобранной пробе. Для анализа степени конверсии $TiCl_4/TiCl_3$ использовали метод обратного титрования с раствором бихромата калия. Остаточную концентрацию ионов хрома (VI) определяли на фотоколориметре «КФК-3-01». Полученные для каждой серии эксперимента кривые процесса восстановления четыреххлористого титана представлены на графике рис. 1.

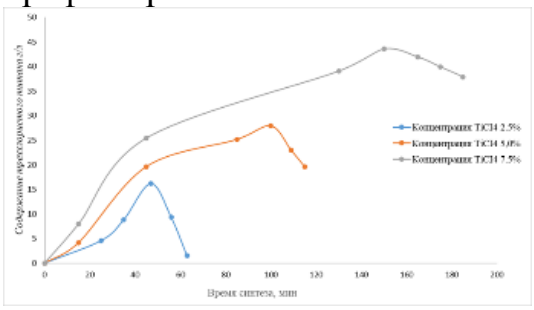


Рисунок 1 – Эффективность восстановления треххлористого титана

Из данных графика видно, что рост концентрациия треххлористого титана в реакционной смеси идет до максимально возможного значения, чему соответствует пик кривой восстановления. После начинается процесс интенсивного гидролитическое разложения хлорида титана (III) с его одновременным окислением кислородом воздуха до орто- и мета титановой кислот по реакциям 8-10 [9].

$$TiCl_3 + 3H_2O \rightarrow Ti(OH)_3\downarrow + 3HCl\uparrow \quad (8)$$

$$2Ti(OH)_3 + 2H_2O \rightarrow 2H_4TiO_4\downarrow + H_2\uparrow \quad (9)$$

$$2Ti(OH)_3 + ½\,O_2 \rightarrow 2H_2TiO_3\downarrow + H_2O \quad (10)$$

Необходимо добавить, что активное образование треххлористого титана протекает при самопроизвольном нагревании реакционной среды в силу экзотермического характера взаимодействия. Одновременно с этим, перегрев реакционной смеси сверх определенных значений способствует дестабилизации процесса синтеза, что и ведет к разложению и окислению ключевого компонента. В табл. 1 представлены основные параметры процесса синтеза хлорида титана (III).

Таблица 1 – Основные параметры синтеза треххлористого титана

Концентрация $TiCl_4$ (%)	Время синтеза (мин)	Температура (°C)	pH (ед. pH)	U (Вт)
2,5	47	34,5	3,2	3,2
5	100	36,0	4,2	4,3
7,5	150	35,0	3,1	6,1

Из данных табл. 1 и рис. 1 можно сделать вывод, что вне зависимо от исходной концентрации хлорида титана (IV), максимально возможная температура синтеза находилась в диапазоне 34-36°С, pH 3-4.

С целью определения выхода целевого продукта, массу образованного треххлористого титана сравнивали с максимально возможной теоретической массой $TiCl_3$, рассчитанную по исходному количеству тетрахлорида титана по реакции 7. Данные о теоретическом и реальном выходе треххлористого титана представлены на диаграмме рис. 2.

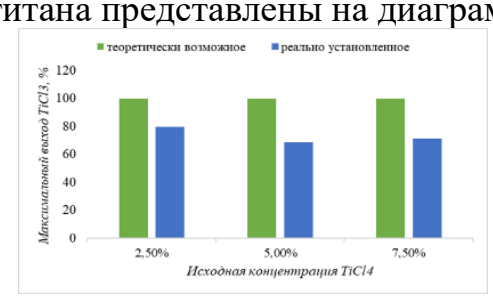


Рисунок 2 –Максимальный выход треххлористого титана

Из данных диаграммы видно, что максимальный выход трёххлористого титана составляет примерно 70-75% от максимально возможного по реакциям. На основании этих данных можно сделать вывод, что степень гидролиза тетрахлорида титана в свежеприготовленных растворах не превышает 30%.

В рамках проведенных экспериментов была подтверждена технология получения треххлористого титана в процессе электрохимического (анодного) растворения алюминия. Полученные растворы характеризуются высоким содержанием целевого компонента ($TiCl_3$ ~ 70%). Наряду с процессом восстановления и синтеза треххлористого титана, в реакционной смеси протекают реакции образования оксихлорида алюминия, который будет выступать в качестве сокатализатора хлорида титана (III) [10]. Применение предлагаемой технологии синтеза в промышленных условиях позволит не только существенно снизить рыночную стоимость треххлористого титана, из-за резкого сокращения энергозатрат и упрощения аппаратурной схемы. Предлагаемая технология также отличается высоким уровнем промышленной и экологической безопасности.

Список использованных источников:

1. Barreiro, A. M., Pinheiro, G. K., Wesling, B. N., Müller, D., Scarabelot, L. T., de Souza, L. V., Rambo, C. R. Aerogel-Based TiO2 Stable Inks for Direct Inkjet Printing of Nanostructured Layers //Adv. in Mater. Sc. and Eng., 2020. P. 1–9. doi:10.1155/2020/4273097].

2. Xia, S., Fu, Z., Huang, B., Xu, J., & Fan, Z. Ethylene/1-hexene copolymerization with MgCl2-supported Ziegler–Natta catalysts containing aryloxy ligands. Part I: Catalysts prepared by immobilizing TiCl3(OAr) onto MgCl2 in batch reaction. Journal of Molecular Catalysis A // Chemical. – 2011. – № 355. – PP. 161-167.

3. Горощенко, Я. Г. Химия титана / АН УССР. Ин-т общей и неорган. химии. - Киев: Наук. Думка, 1970. – 415 с.

4. Лучинский, Г. П. Химия титана / Г.П. Лучинский. – М.: Издательство "Химия", 1971. - 471 с.

5. Носова Т.И, Кузин Е.Н., Чернышев П.И, Кручинина Н.Е. Электрохимический синтез комплексного коагулянта-восстановителя и его использование в процессах очистки сточных вод от соединений хрома (VI). Материалы междун. научно-практической конф. «Чистая вода–залог жизни». – Дзержинский: филиал «Угреша» государственного университета «Дубна», 2020 г. с. 103-107.

6. Кузин Е.Н., Носова Т.И. Разработка технологии синтеза треххлористого титана из водных растворов TiCl4. сб. материалов II научно-технической конференции «Материалы с заданными свойствами на переходе к новому технологическому укладу: химические технологии». – Москва: НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА, 2020 г. с. 104-105.

7. Носова Т.И., Кузин Е.Н. Разработка технологии синтеза треххлористого титана. сб. материалов V Всероссийской конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы». – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 26-27 ноября 2020 г. с. 138.1-138.4.

8. Кузин Е.Н., Носова Т.И. Разработка технологии синтеза треххлористого титана. сб. науч. тр. Том XXXIV, № 11 (234). «Успехи в химии и химической технологии». – Москва: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2020 г. с. 65-68.

9. Tsang-Hsiu Wang, Alejandra M. Navarrete-Lo ´pez, Shenggang Li, and David A. Dixon. Hydrolysis of TiCl4: Initial Steps in the Production of TiO2. The Journal of Physical Chemistry. – 2010. – № 114 (28) – PP. 7561-70.

10. Мазурек Владимир Вацлавович. Полимеризация под действием соединений переходных металлов / АН СССР. Ин-т высокомолекулярных соединений. - Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. - 253 с.

© Кузин Е.Н., Носова Т.И., Федоров А.В., 2021

УДК 675.92.035

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДО И ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Обыденова А.А., Черноусова Н.В.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В настоящее время, учитывая сложность с экологической ситуацией в мире, актуальной задачей остается снижение количества полимерных отходов, которые попадают в окружающую среду. Одним из путей решения этой проблемы является создание упаковочных полимерных материалов со свойствами биоразложения. Такие материалы не оказывают вредного воздействия при закапывании или компостировании на плодородие почвы.

Биоразлагаемыми полимерами называют полимерные материалы, деградирующие под воздействием природных (биохимических и микробиологических) процессов [1]. Полимер обычно считается биоразлагаемым, если масса полностью разлагается в почве или воде в течение 6 месяцев и продуктами разложения являются гумус (перегной), углекислый газ и вода [2].

Важное место в современных исследованиях занимает проблема придания свойств биоразлагаемости крупнотоннажным промышленным полимерам, таким как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол. Интенсивная работа проводится в 3-х направлениях:

введение мономеров в текстуру крупнотоннажных полимеров, с функциональными группами, которые помогают деградированию полимера;

инициирование распада основного полимера в определенный период времени за счет получения композиций с добавками;

направленный синтез биоразлагаемых пластиков на основе промышленного исследования полимеров [3].

Только путем создания новых видов биополимеров, а также модификацией уже известных синтетических полимеров биоразлагаемыми добавками, можно наладить естественный кругооборот веществ в природе, вовлекая туда и полимерные материалы.

Проблема придания свойства биоразлагаемости, хорошо освоенным промышленным полимерам занимает важное место в проводимых исследованиях. Одним из способов, которым можно этого добиться является введение в полимер специализированных добавок.

В настоящее время полиэтилен (ПЭ) – один из самых распространенных в мире пластиков. Со времени его открытия в 1899 году

роль полиэтилена возросла и растет и сегодня с каждым годом, и теперь он используется во многих областях, в том числе и в упаковке для различных видов продуктовых и непродовольственных товаров. Ускорить разложение ПЭ после его попадания в виде не переработанных отходов в естественную среду можно введением в ПЭ различных добавок, ускоряющих его деградацию.

Наполненный полимер – это материал, состоящий из полимера и биоразлагаемой добавки, приводящей механизм деградации в действие. Наиболее распространенные наполнители на сегодняшний день – крахмал, волокна растительного происхождения, мел и др. Полимерная пленка, наполненная мелом, кроме того, что обладает способностью к биоразложению, повышенными прочностными характеристиками, пониженной статикой, еще и имеет улучшенную способность к нанесению печати.

Целью данного исследования было изучение процесса деградации пленочного материала на основе полиэтилена с добавлением мела в соотношении компонентов 1:1 после воздействия на него различных физических факторов, таких как ультразвуковое и тепловое воздействие.

Исследуемый материал – полиэтиленовая пленка с наполнителем ($CaCO_3$) был подвергнут ультразвуковому и тепловому воздействию в двух режимах: 30 минут и 60 минут с целью выявления изменений первоначальных свойств пленочного материала. После воздействия физических факторов были определены физико-механические и сорбционные свойства образцов пленочных материалов. С целью изучения способности к биоразложению образцы пленок были заложены на компостирование на срок 60 и 90 дней.

Сорбционные способности пленочного материала описывали гигроскопичностью и влагоотдачей. Исследование показало, что показатели гигроскопичности выше у контрольного образца и образца после тридцатиминутного теплового воздействия. Интересно отметить, что показатели влагоотдачи у образца после ультразвукового воздействия несколько выше, чем у других образцов полимерных пленок (рис. 1).

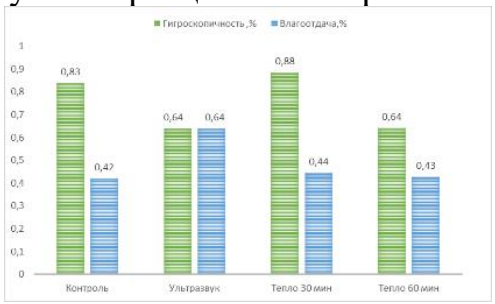
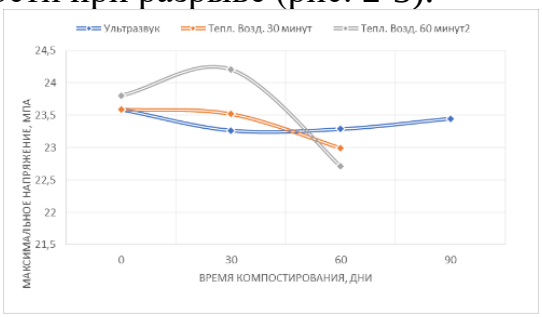


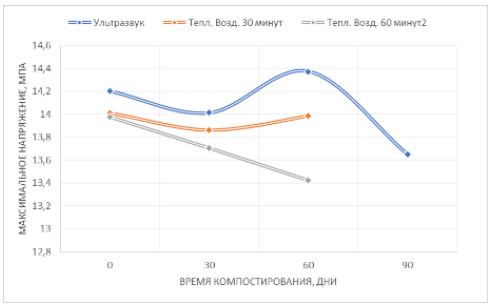
Рисунок 1 – Сорбционные способности пленочных материалов

Были определены показатели физико-механических свойств пленочных образцов после УЗ и теплового воздействия в продольном и

поперечном направлении. Для исходных образцов значения показателей практически не изменялись, но после 60 и 90 дней компостирования заметно небольшое снижение показателей относительного удлинения и предела прочности при разрыве (рис. 2-3).

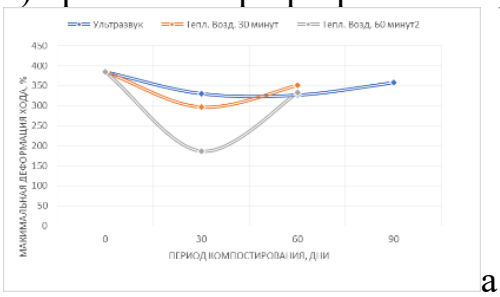


а

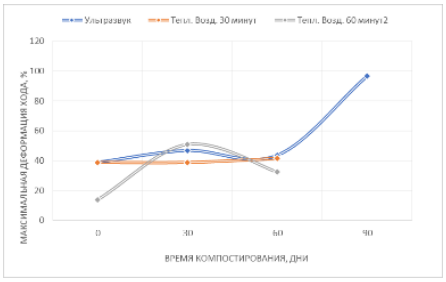


б

Рисунок 2 – Показатели: а) предела прочности при разрыве продольных образцов; б) прочности при разрыве поперечных образцов



а



б

Рисунок 3 – Показатели относительного удлинения: а) продольных образцов; б) поперечных образцов

Таким образом, воздействие физических факторов (ультразвук, тепло) незначительно, но сказывается на свойствах полимерного пленочного материала с добавкой в виде мела, в большей мере изменение значений показателей свойств, скорее объясняется структурой композитной пленки. В процессе компостирования, имитирующим условия протекание процесса разложения в течение 90 дней, было выявлено небольшое визуальное изменение внешнего вида образцов и снижение показателей физико-механических свойств как в продольном, так и в поперечном направлении.

Список использованных источников:

1. Лонг Ю. Биоразлагаемые полимерные смеси композитов из возобновляемых источников/ Ю. Лонг. Пер. с англ. В.Н. Кузнецова – М.: Издательство «Научные основы и технологии», 2012 – 123с.

2. Фомин В.А., Чузив В.В. Биологически разрушаемые полимеры. Пластмассы. 2001, N2 – С. 42-40.

3. Э.Т.Крутько, Н.Р. Прокопчук, А.И. Глоба Технология биоразлагаемых полимерных материалов// Минск 2014, БГТУ, 2014-105с.

© Обыденова А.А., Черноусова Н.В., 2021

УДК 66.011:004.942

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ КОСМЕТИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Переплетчиков К.О., Кобраков К.И.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

С развитием парфюмерно-косметической промышленности в 80-х годах прошлого столетия возник вопрос о безопасности ее использования для человека. На сегодняшний день данная проблема актуальна как никогда ранее, химическая промышленность развивается, постоянно идет синтез новых химических соединений. Внедряются новые ингредиенты в косметическое производство, для оценки их безопасности и качества традиционные методы «сходят со сцены». Некоторые из них изжили себя морально, а другие не подходят по этическим нормам.

В последние годы тестирование косметических продуктов и ингредиентов на животных стало отрицательной тенденцией и во многих странах мира признаётся неприемлемым. В связи с этим в последние десятилетия идет интенсивный поиск новых альтернативных методов исследования (non-animal), которые могли бы достоверно отражать негативное действие различных органических веществ на организм человека.

Европейский парламент и Совет приняли Регламент ЕС 1223/2009 о косметике – законопроект, регулирующий работу косметической промышленности в ЕС. В России косметическая продукция подлежит обязательной сертификации соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» [1]. И до 2016 года большая часть продукции тестировалась на животных. Поэтому позднее были введены два межгосударственных стандарта:

ГОСТ 32893-2014 «Продукция парфюмерно-косметическая. Методы оценки токсикологических и клинико-лабораторных показателей безопасности» (введен в действие 01.01.2016 г.) [2];

ГОСТ 33506-2015 «Продукция парфюмерно-косметическая. Методы определения и оценки токсикологических показателей безопасности» (введен в действие 01.07.2017 г.) [3].

Европейская практика по развитию альтернативных методов тестирования получила в последние годы значительное развитие. Безопасность косметики обеспечивается посредством контроля ингредиентов, входящих в состав продукции. Научный комитет по обеспечению безопасности потребителей (SCCS) разработал Руководство

по проведению испытаний косметических ингредиентов и оценке их безопасности SCCS/1564/15 «The SCCS notes of guidance for the testing of cosmetic ingredients and their safety evaluation» (9-я ред. от 25.04.2016 г.).

Контроль безопасности косметических ингредиентов осуществляется путем оценки их влияния на диагностику токсикологических показателей. При этом учитываются все полученные научные данные: физические и химические свойства изучаемых соединений, данные in silico – (Q)SAR расчеты, результаты фармакокинетического моделирования на основе физиологии (PBPK), токсикокинетического моделирования на основе физиологии (PBTK), результатов экспериментов in vitro и данных исследований на животных (in vivo) [4].

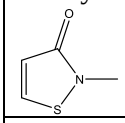
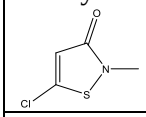
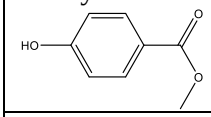
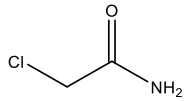
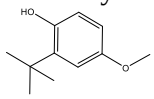
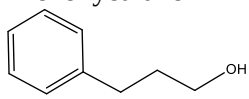
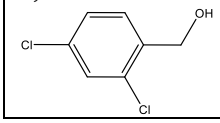
Таким образом новым, перспективным в развитии методом оценки токсичности, а также биологической активности является метод in silico, основанный на (Q)SAR скрининге, исследование количественной взаимосвязи между структурой и активностью [5].

Прогноз острой токсичности – это прогнозирование in silico значений LD50 для крыс с пятью типами введения (пероральное, внутривенное, внутрибрюшинное, подкожное, ингаляционное) с помощью программного обеспечения GUSAR. Обучающие наборы были созданы на основе данных из SYMYX MDL Toxicity Database. Они включают информацию о ~ 10000 химических структурах с данными об острой токсичности для крыс, представленными на значениях LD50 (log10 (мг / кг)) [6].

В качестве тест объектов были взяты наиболее распространенные в косметике консерванты. Для проверки достоверности использованного в работе программного обеспечения, нами было проведено сравнение расчетных данных с данными, представленными в паспортах безопасности MSDS (material safety data sheets) для каждого соединения. Сравнение проводилось по двум наиболее популярным типам введения – пероральный и подкожный. Результаты скрининга и сопоставления приведены в табл. 1.

Данные полученные в результате скрининга о классе токсичности и величине средней летальной дозы токсического вещества выбранных соединений коррелируют с данными их паспортов безопасности, с точностью около 78%, что свидетельствует об удовлетворительном уровне достоверности. В тоже время анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что в целом нельзя ориентироваться только на расчетные данные, полученные по программе GUSAR, а требуется комплексный подход.

Таблица 1 – Сравнение острой токсичности наиболее популярных консервантов (Oral – пероральный путь введения; SC – подкожный путь введения)

Соединение	Источник данных	Rat Oral LD50 (mg/kg)	Rat SC LD50 (mg/kg)
Methylisothiazolinone 	GUSAR	262	105
		Class 3	Class 3
	MSDS	235	242
		Class 3	Class 3
Methylchloroisothiazolinone 	GUSAR	400	203
		Class 4	Class 4
	MSDS	данные отсутствуют	данные отсутствуют
		Class 3	Class 3
Methyl Paraben 	GUSAR	1737	1222
		Class 4	Class 5
	MSDS	2100	1200
		Class 4	Class 4
Chloroacetamide 	GUSAR	290,7	113,5
		Class 3	Class 3
	MSDS	370	138
		Class 3	Class 3
Tert-butyl-4-methoxyphenol 	GUSAR	1247	835
		Class 4	Class 4
	MSDS	1100	данные отсутствуют
		Class 4	Class 4
Phenoxyethanol 	GUSAR	1946	988
		Class 4	Class 4
	MSDS	1790	790
		Class 4	Class 4
2,4-Dichlorobenzyl alcohol 	GUSAR	1728	835
		Class 4	Class 4
	MSDS	1580	данные отсутствуют
		Class 4	Class 4

Список использованных источников:

1. ТР ТС 009/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции». Введ. 2012-01-07. Минск : БелГИСС, 2012. 218 с

2. ГОСТ 32893-2014. Продукция парфюмерно-косметическая. Методы оценки токсикологических и клинико-лабораторных показателей [Текст]/ Разработан Научно-практич. центром "КосмоПродТест". - Введ. 2016-01-01. - Москва : Стандартинформ, 2015. - III, 11 с.

3. ГОСТ 33506-2015 Продукция парфюмерно-косметическая. Методы определения и оценки токсикологических показателей безопасности [Текст] / Разработан Науч.-производственным республиканским унитарным предприятием "Белорусский гос. ин-т стандартизации и сертификации". - Введ. 01.07.2017. - Москва: Стандартинформ. - 2016. - 20 с.

4. Королькова Т. В. Парфюмерно-косметическая продукция: оценка токсикологических показателей // Контроль качества продукции. – 2017. – №. 12. – С. 26-29.

5. Компьютерное моделирование как один из современных методов прогнозирования в фармацевтической технологии / С. О. Лосенкова, [и др.] // Фармация и фармакология. – 2014. – № 6(7). – С. 105-113.

6. http://www.way2drug.com/gusar/acutoxpredict.html - Официальный сайт ПО Gusar (дата обращения: 22.03.2021)

© Переплетчиков К.О., Кобраков К.И., 2021

УДК 677.076.4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕПАРАЦИОННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Романова Ю.С., Саливан А.А., Бокова Е.С.
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва
Смульская М.А., Филатов И.Ю.
ООО «Технологии электроформования», Москва

Эффективность применения аккумуляторов, их надежность и длительность эксплуатации во многом зависят от характеристик и свойств сепаратора – высокопористого материала, расположенного между анодом и катодом [1].

В ранее проведенных работах был проведен сравнительный анализ физико-механических свойств и щелочестойкости нетканых сепарационных материалов различного полимерного состава, полученных методом электроформования растворов, и установлена целесообразность применения для их производства композиций на основе полисульфона марки ПСФ-3500 [2].

Целью настоящей работы является разработка технологических решений получения высокоэффективного сепарационного нетканого материала на основе полисульфона и его полупроизводственная апробация.

В основу классической технологии получения нетканых материалов для сепараторов положена технология переработки растворов полимеров методом электроформования, которая включает в себя несколько последовательных стадий: приготовление полимерного прядильного раствора и его фильтрация; формование волокон электрокапиллярным методом, термообработка материала и его прессование холодным способом [1]. Материалы, полученные по этой технологии, как правило, представляют собой однослойное нетканое полотно.

В настоящей работе для получения нетканых материалов на основе полисульфона разработаны новые технологические решения, отраженные в блок-схеме производства (рис. 1).

Рисунок 1 – Блок-схема получения сепарационных материалов для щелочных аккумуляторов

Согласно приведенной блок-схеме (рис. 1), на первой стадии готовили два формовочных раствора для формирования слоя из микроволокон и нановолокон.

Прядильный раствор для нетканого слоя на основе микроволокон представлял собой 11% раствор ПСФ-3500 в дихлорэтане (ДХЭ), для формирования слоя из волокон наноразмерного ряда применяли 11%-ый раствор ПСФ-3500 в смеси ДХЭ: циклогексанон (ЦГН) (50:50) % масс. Фильтрацию формовочных растворов осуществляли через микроволокнистые фильтры на основе полипропилена.

Формование нетканых слоев проводили электроаэродинамическим методом, нанося их последовательно друг на друга. В результате получали двухслойный композиционный материал, состоящий из нижнего слоя на основе микроволокон и верхнего из волокон наноразмерного ряда.

На рис. 2 представлена схема электроаэродинамического формования каждого из слоев сепарационного материала, согласно которой полимерный раствор подается из ячейки (6) под давлением, создаваемым компрессором (1), и регулируемым вентилем (2) манометра (3) в форсунку (7). На конце капилляра образуется капля, которая под действием электрического поля, создаваемого источником высокого напряжения (4) и регулируемого вольтамперметром (5) расщепляется и вытягивается. Конструкция форсунки (7) позволяет подводить к концу капилляра поток воздуха от компрессора (1), который разбивает каплю на конце капилляра на множество капель, которые под действием электростатического напряжения расщепляются на множество волокон, образующих конус Тейлора. Сила потока воздуха для обдува регулируется с помощью манометра (9) вентилем (8). Волокна формуются на заземленный электрод (11).

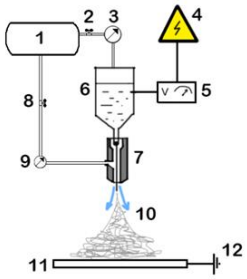


Рисунок 2 – Схема электроаэродинамического формования волокон из полимерных растворов

Полученный полуфабрикат плотно сматывают в рулон и помещают в термокамеру, где при Т=50°С происходит его термостатирование с целью удаления остаточного растворителя.

Сборка полуфабрикатов в готовый сепарационный материал осуществляется методом дублирования посредством перемотки двух рулонов заготовки в один рулон, нановолокнистым слоем во внутрь. Таким образом, получается трехслойный композиционный материал, состоящий из двух внешних слоев на основе микроволокон и внутреннего нано волокнистого слоя.

Далее полученный материал прессуют методом каландрования. Каландрирование сепарационного материала заключается в пропускании его через рифленый вал каландра, где под действием температуры, создаваемой нагревательными элементами внутри горячих валов, давления и остаточного растворителя происходит скрепление слоев (рис. 3).

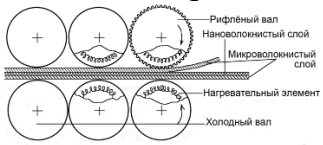


Рисунок 3 – Схема дублирования и каландрирования слоёв сепарационного материала

В отличие от классической технологии получения сепарационных материалов, предлагаемая в работе технология отличается тремя ключевыми позициями. Это получение многослойного материала, включающего в себя слои на основе микро и нановолокон, применение высокопроизводительного электроаэродинамического метода [3] и замена холодного прессования на обработку материала на каландре.

Для подбора оптимальных режимов каландрирования, а также выбора типа каландра (с гладкими и рифлёными валами) образцы полученных микроволокнистых слоев из полисульфона складывали друг с другом и каландрировали при разных режимах. Для каждого образца измеряли аэродинамическое сопротивление и оценивали, во сколько раз возрастает этот показатель после каландрирования. При этом исходили из того, что этот показатель не должен возрастать более чем в 2 раза, так как последнее

будет свидетельствовать об изменении морфологии волокнистого материала и приближении ее к плёночной.

Полученные образцы сепарационного материала были апробированы в НИИХИТ (АО) в составе электрохимической ячейки. По совокупности проведенных исследований наиболее предпочтительным для использования в щелочных аккумуляторах, является трехслойный композиционный материал, состоящий их двух наружных слоев со средним диаметром волокон 1,4 мкм и поверхностной плотностью 11 г/м^2 и внутреннего слоя из волокон со средним диаметром 0,4 мкм и поверхностной плотностью 6 г/м^2.

По заключению НИИХИТ (АО) материал из полисульфона, обработанный на каландре, соответствует требованиям ТУ на материал для химических источников тока по всем показателям, кроме толщины непрессованного полотна, что будет являться предметом дальнейших исследований, направленных на доработку этого недостатка.

Таким образом, в работе описана технология получения нетканого сепаратора, включающая в себя получение многослойного материала, состоящего из трех слоев, внешних на основе волокон микроразмернорго рада и внутреннего из нановолокон; применение высокопроизводительного электроаэродинамического метода формования волокон и замена постобработки полуфабриката методом холодного прессование на каландровую обработку.

Список использованных источников:

1. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) /Ю.Н. Филатов. М.: 2001, - 231 с.

2. Саливан А.А., Бокова Е.С., Филатов Ю.Н., Смульская М.А., Филатов И.Ю. Сепарационные материалы для щелочных аккумуляторов/Сборник трудов Всероссийской научная конференции молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2020)», посвященная Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва, РГУ им. А.Н Косыгина, апрель 2020, ч. 3, с. 210-212

3. Смульская М.А., Филатов И.Ю. Бокова Е.С., Капустин. И.А. Сравнение различных методов электроформования. Дизайн и технологии. 2019. №72 (114), с.67

© Романова Ю.С., Саливан А.А., Бокова Е.С., Смульская М.А., Филатов И.Ю., 2021

УДК 544.015.4:544.228

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТА/ПЛАТИНЫ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗА

Тихонова И.Н., Захаров Ю.А.
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово
Пугачев В.М., Корчуганова К.А.
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово

Биметаллические наноразмерные (НР) и наноструктурированные (НС) системы Fe(Co)-Pt(Pd) высоко перспективны для использования в микро(нано)электронике и магнитотехнике и активно исследуются в настоящее время [1-9]. В таких частицах, укомплектованных в упорядоченных тетрагональных (L10) структурах, обнаружена серия уникальных физических эффектов (гигантская коэрцитивная сила, спин-зависимый электронный транспорт, колоссальная структурная анизотропия), а наполненные ими углеродные нанокомпозиты по свойствам подобны суперконденсаторам.

Одним из наиболее популярных и важнейших в химии наноматериалов является исследование наночастиц методом рентгенофазового анализа (РФА) [10-11].

Рассматриваемая в данной работе система CoPt является подходящей для изучения описанных сложностей и особенностей процесса формирования интерметаллидов (ИМ) в наноструктурированных полиметаллических системах (НПС), поскольку ИМ в этой системе достаточно устойчивы термически (рис. 1), и различие окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП) соответствующих прекурсоров значительно.

Были синтезированы наночастицы CoPt методом восстановления соответствующих металлов из водных растворов прекурсоров (ВРП) с различным соотношением долей неблагородного металла к благородному. Соотношения выбирались с опорой на известную фазовую диаграмму системы CoPt, которая представлена на рис. 1.

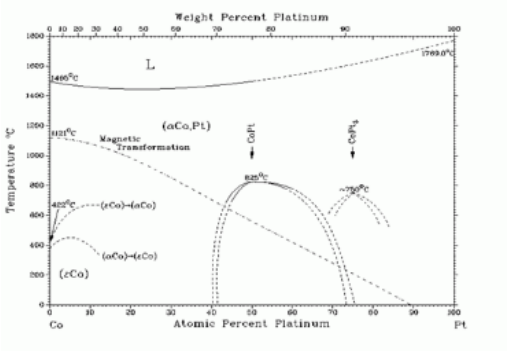


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма бинарной системы CoPt

Синтез проводили под тягой в термостатированном стакане при температуре 90-95°С. Рассчитанное количество прекурсоров добавляли в нагретую воду, затем добавляли щелочной раствор гидразингидрата (pH=13) и непрерывно перемешивали несколько минут, далее гасили реакцию обычной водой комнатной температуры, раствор пропускали через воронку Бюхнера, к отфильтрованному осадку добавили изопропиловый спирт и после осадок сушили под вытяжкой.

РФА и определение составов фаз выполняли на основе базы данных ICDD PDF-2. Для оценки состава фаз на основе данных ICDD были вычислены объемы элементарных ячеек кубических фаз (A1 и L12) и средние объемы, приходящиеся на 1 атом металла (CAO), построена зависимость в координатах «мольная доля платины (XPt) – CAO (Vat)» (рис. 2) и аппроксимацией полиномом второй степени получено выражение:

$$X_{Pt} = 4.284 - 0{,}1138V_{ат} + 0{,}0138V_{ат}^2 \quad (1)$$

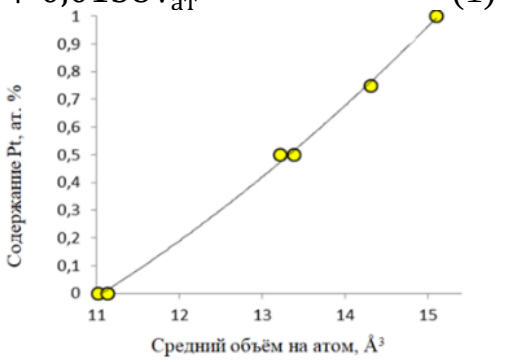


Рисунок 2 – Зависимость мольной доли платины в кубических фазах от среднего объема, приходящегося на 1 атом металла по данным баз ICDD

Примеры рентгенограмм НС порошков CoPt приведены на рисунке 3. Фазовые составы системы качественно подобны таковым для НС порошков FePt.

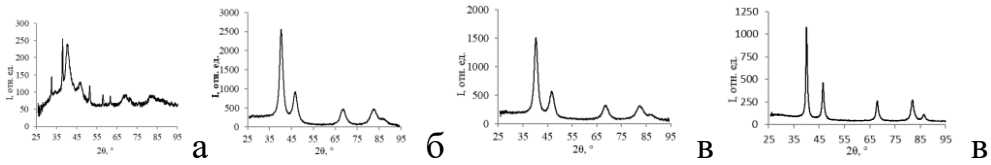


Рисунок 3 – Дифрактограммы образцов наносистемы CoPt закладываемого состава: а) $Co_{70}Pt_{30}$; б) $Co_{24}Pt_{76}$; в) $Co_{19}Pt_{81}$; г) $Co_{10}Pt_{90}$.

Судя по полученным рентгенограммам, явно не монофазным образцом является только $Co_{70}Pt_{30}$ (рис. 3а). Очевидно, в этом образце кобальт восстановился не полностью, и большая часть его осталась в виде гидроксида с параметрами гексагональной элементарной ячейки (a и c): 3.179(1) и 4.644(3) Å; объем ячейки 40.63(4) Å3. Данные баз ICDD: 3.191, 4.664 Å и 41.13 Å3. Заметно меньшие размеры, скорее всего, следствие частичного незначительного окисления кобальта до состояния 3+. При получении гидроксида часто получается вообще Co_3O_4.

Вторая фаза в этом образце (в остальных она является единственной – рис. 3б, 3в, 3г), – ГЦК твердый раствор кобальта в платине. Причем, близкое положение линий этой фазы в разных образцах указывает на малое содержание в ней кобальта. Следовательно, относительно небольшая часть кобальта содержится в некой невидимой фазе аналогично тому, что наблюдается в отношении железа в системе FePt [12].

Используя зависимость состава смешанных кобальтоплатиновых фаз от среднего объема, приходящегося на один атом (Vat), построенную по данным баз ICDD (рис. 2), можно оценить состав ГЦК-фазы (табл. 1 и рис. 4).

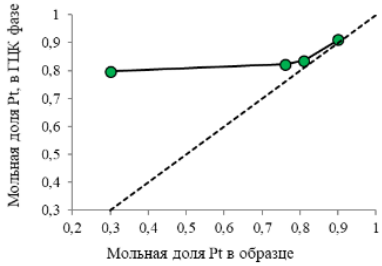


Рисунок 4 – Зависимость состава смешанных кобальтовых фаз от среднего объёма, приходящегося на один атом

Таблица 1 – Параметры решетки и состав образцов Co–Pt

№	a, Å	Δa, Å	Vat, Å3	мол.доля
$Co_{70}Pt_{30}$	3.864	0.005	14.42	0.796
$Co_{24}Pt_{76}$	3.872	0.002	14.51	0.822
$Co_{19}Pt_{81}$	3.876	0.001	14.56	0.835
$Co_{10}Pt_{90}$	3.8991	0.0002	14.82	0.911

Если полагать, что платина содержится только в ГЦК-фазе, то по данным табл. 1 можно оценить количество «свободного» кобальта, не входящего в эту фазу, соответственно в 62, 7.5, 3.0 и 1.2%. Если платина

входит в невидимую (предположительно металлическую) кобальтовую фазу, что вполне ожидаемо, то цифры будут несколько выше. Например, если невидимая фаза в трех «монофазных» образцах будет содержать соответственно 10, 15 и 25% платины от общего количества кобальта в образце (это всего 2.4, 2.8 и 2.5%), то мольная доля невидимой фазы составит 10.5, 6.4 и 4.0%.

Экстраполировать этот ряд к 30%-ному образцу и считать, что в нем невидимой фазы еще больше (чем 10%), вряд ли справедливо. Т.е. общее количество фаз, помимо ГЦК-фазы, конечно, будет выше, чем найденные в предельном случае 62%, но из них большая часть (и, наверное, не меньше 50% в общем) это именно гидроксид. В таком случае имеется довольно наглядная картина того, что преимущественно платиновая по составу часть, составляя примерно столько же, что и кобальтовая, по интенсивности рассеяния – общей площади под кривыми профилей дифракционных максимумов – на порядок превосходит преимущественно кобальтовую.

Фиксации кобальтовой фазы мешают, видимо, те же причины, что и в системе FePt: вероятно, плохая окристаллизованность (в т.ч. сверхмалый размер); низкая рассеивающая способность кобальта по сравнению с платиной; возможно, малое ее количество.

Что касается размеров ОКР ГЦК-фазы, то у первых трех (30, 76 и 81 % Pt) около 6 нм, а у четвертого (90% Pt) около 15 нм.

Таким образом, были синтезированы наночастицы CoPt с различным соотношением долей неблагородного металла к благородному. Методом РФА во всех синтезированных образцах была зарегистрирована фаза твердого раствора. Работы в выбранном направлении продолжаются и будут продолжены далее.

Список использованных источников:

1. Суздалев, И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - М.: КомКнига, 2006. – 592 с.

2. Воронов, В. К. Подоплетов Р. З. Физика на переломе тысячелетий: Физические основы нанотехнологий: учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. - 432 с.

3. Суздалев, И.П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах. М.: КРАСАНД, 2012. – 480 с.

4. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы/ Елисеев А.А., Лукашин А.В// М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с.

5. Демидов, Е. Е. Нанонаука и нанотехнологии. Энциклопедия систем жизнеобеспечения. М.: Магистр-пресс, 2009. – 992 с.

6. Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение. М.: Техносфера, 2006. – 224 с.

7. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие/ Рыжонков Д. И., Э. Л. Дзидзигури, В. В. Левина// М.:. Сер. Нанотехнологии, 2010. - 365 с.

8. Пул, Ч. - мл. Нанотехнологии/ Пул Ч. - мл., Ф. Оуэнс //М.: Техносфера, 2006. – 336 с.

9. Чеченин, Н.Г. Магнитные наноструктуры и их применение. Учебное пособие. - М.: Грант Виктория ТК, 2006. - 166 с.

10. Пугачев, В.М. Синтез наноструктурированной системы Fe-Pt с эквиатомным составом/ Пугачёв В. М., Захаров Ю. А., Попова А. Н. //Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 51. – №. 8. – С. 155.

11. Бокий, Г.Б. Практический курс рентгеноструктурного анализа/ Бокий Г.Б., Порай-Кошиц М.Л.//М.: Издательство Московского университета, 1951. – 430 с.

12. Pugachev, V. M. Phase transformations of the nanostructured iron-platinum system upon heating / V. M. Pugachev, Y. A. Zakharov, A. N. Popova, D. M. Russakov, N. S. Zakharov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 1749. – № 1. – P. 012036.

© Тихонова И.Н., Захаров Ю.А., Пугачев В.М., Корчуганова К.А., 2021

УДК 615.454.1

ИНТЕРАКТИВНАЯ МАЗЬ С ЭКСТРАКТОМ CURCUMA LONGA

Труфанова Е.А., Тихонова Т.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва

Интерактивные аппликационные лекарственные формы и перевязочные материалы являются необходимыми средствами местного очищения и лечения ран разной этиологии, применяются в фазу воспаления в виде аппликаций на рану. Наряду с санацией раны, поглощением и удерживанием экссудата, они отражают состояние раны.

Раннее выявление незаживающих ран и раневой инфекции имеет первостепенное значение для предотвращения ухудшения состояния больного и угрожающих его жизни последствий. Оценка раны необходима для определения тяжести раны и скорости ее заживления, для разработки комплексного плана лечения [1].

Заживление ран включает в себя сложную серию биохимических процессов и традиционно лечится с помощью «низкотехнологичных» повязок и бинтов. Концепция перевязочных средств с диагностическими функциями быстро набирает популярность. Существует явная потребность в аппликационных формах, оснащенных физическими, химическими и/или биохимическими индикаторами, которые могут дать оценку состояния раны экономически оправданным и значимым с медицинской точки зрения. Интерактивные средства должны быть простыми и эффективными,

позволять неинвазивно, без дискомфорта, получать информацию о состоянии раны с целью выбора дальнейших терапевтических или хирургических действий.

Целью работы являлась разработка состава интерактивной мази с включением натурального индикаторного комплекса.

Объектами исследования выбраны: сухой экстракт куркумы (с содержанием куркуминоидов 95%) (ООО «Казанский Завод Экстрактов», Россия); Curcumin C3 Complex (Curcuma Longa Extract) (Sami Labs Limited, Индия); сухой экстракт куркумы (водорастворимый) (ООО «Казанский Завод Экстрактов», Россия).

Идентификацию биологически активных куркуминоидов проводили методом тонкослойной хроматографии и сравнивали полученные значения с литературными данными. При хроматографическом исследовании экстрактов применяли систему растворителей: 96% этиловый спирт-хлороформ (1:19). В качестве испытуемых растворов готовили 1% растворы соответствующих экстрактов в 96% этиловом спирте. По результатам хроматографии измеряли расстояние от линии старта до центра пятна и рассчитывали значения фактора удерживания Rf для каждого пятна.

Полученные значения Rf (табл. 1) сравнивали с литературными данными [2].

Таблица 1 – Значения фактора удерживания экстрактов куркумы (ДМК – дезметоксикуркумин, БДМК – бисдезметоксикуркумин)

Название вещества	Rf			
	Сухой экстракт Куркумы (куркуминоиды) 95%)	Curcumin C3 Complex	Сухой экстракт Куркумы (водораств.)	Литературные данные [2]
Куркумин	0,80	0,80	0,81	0,80
ДМК	0,58	0,56	0,59	0,57
БДМК	-	-	0,40	0,39

По результатам тонкослойной хроматографии обнаружено, что все три исследуемых экстракта содержат куркумин и дезметоксикуркумин. Бисдезметоксикуркумин обнаружен только в водорастворимом экстракте куркумы. В дальнейших исследованиях в качестве активного комплекса использовали сухой экстракт с содержанием 95% куркуминоидов.

Согласно ряду работ [3-5] измерение pH раны может служить биомаркером инфекции и сигнализировать о нарушении процесса заживления.

Физиологическая среда здоровой кожи является слабокислой, со значением pH от 4 до 6, в то время как для хронических или инфицированных ран значение pH может варьироваться в пределах 7,5-8,9 [6], pH инфицированных язв достигает более высоких значений – 9,25±0,61 [3]. Водородный показатель связан с рядом биохимических процессов, включающих активность протеолитических ферментов, и относится к

естественным факторам, играющим определяющую роль в заживлении ран. Хроническая рана может быть щелочной из-за гидролиза мочевины уреазой. Уреолитическая активность часто наблюдается у патогенных бактерий, включающих Mycobacterium spp., Klebsiella spp., Proteus spp., Pseudomonas aeruginosa и S. Aureus [5].

Для объективной оценки течения хронического раневого процесса и определения тактики лечения и его эффективности необходимо применять биомаркеры – параметры, которые используют в качестве индикатора физиологических или патологических биологических процессов, а также фармакологического ответа на терапевтическое лечение.

Для индикации pH ран представляют большой интерес различные природные кислотно-основные индикаторы, такие как куркумин (диферулоилметан). Он стал предметом научных исследований ряда ведущих лабораторий мира в силу широкого спектра фармакологического действия. Диферулоилметан и его производные (десметоксикуркумин и бисдесметоксикуркумин) способны параллельно участвовать в нескольких биохимических процессах, оказывать терапевтический эффект в отношении ряда инфекций человека, а также хорошо известны своей способностью в ускорении заживления острых и хронических ран, положительно влияют на пролиферацию и ремоделирование новых тканей и в отличие от синтетических активных веществ нетоксичны и безопасны [7, 8].

Диферулоилметан как галохромный краситель состоит из pH-чувствительного хромофора и реагирует на pH окружающей среды изменением цвета. В зависимости от молекулярной структуры хромофора, специфические эффекты окраски наблюдаются в определенных диапазонах pH. Молекула куркумина проявляет индикаторные свойства благодаря кето-енольной таутомерии и изменяет свою структуру и цвет от желтого (кислая или нейтральная среда) до красно-коричневого (щелочная среда) [9].

Для проверки индикаторных свойств экстракта Curcuma longa был поставлен ряд экспериментов. Готовили модельные среды с pH 6,0-9,5. Проявление цвета при контакте экстракта куркумы с соответствующим pH проходило мгновенно. Растворы меняли цвет от желтого (кислая среда) к оранжевому (нейтральная среда) и, наконец, к красному (щелочная среда), что соответствовало литературным данным [9]. Полученные результаты приведены на рис. 1.

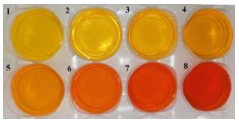


Рисунок 1 – Индикаторные свойства экстракта Curcuma longa: 1 – pH 6,0; 2 – pH 6,5; 3 – pH 7,0; 4 – pH 7,4; 5 – pH 8,0; 6 – pH 8,5; 7 – pH 9,0; 8 – pH 9,5

На основе экстракта Curcuma longa нами предложена рецептура мази для индикации состояния pH хронических ран. Полиэтиленоксиды разной

молекулярной массы – ПЭО-400 (69,9%) и ПЭО-1500 (10%) выбраны в качестве вспомогательных веществ для создания гидрофильной основы. В более ранних исследованиях [10] нами были введены в основу гидрофильной мази анионные полисахариды из морских водорослей в количестве 20% масс., которые при контакте с модельным раствором (экссудатом) способны образовывать гель. Концентрация экстракта Curcuma longa в индикаторной мази составила 0,1%.

Экстракт куркумы, иммобилизованный в гидрофильную мазь, был чувствителен к изменению pH соответствующих растворов, при контакте с которыми изменение цвета проходило постепенно по мере набухания биополимеров в составе мази и проникновения раствора вглубь образовавшегося геля. На рис. 2 представлены индикаторные свойства мази с экстрактом Curcuma longa через 30 минут контакта с модельными растворами.

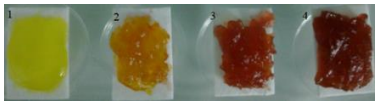


Рисунок 2 – Индикаторные свойства мази с экстрактом Curcuma longa: 1 – pH 5,0; 2 – pH 7,4; 3 – pH 8,5; 4 – pH 9,5.

Полученные результаты свидетельствуют, что мазь на основе биополимеров с включением куркуминоидов может быть использована для экспресс-оценки и мониторинга состояния экссудирующих ран. Введение безопасного натурального индикатора (экстракт Curcuma longa) в гидрофильную мазь, обладающую сорбционными свойствами, позволит упростить процесс определения pH ран in situ и будет информировать о бактериальной обсемененности и стадии заживления раны.

Список использованных источников:

1. Kumar K. S., Reddy B. E. Wound image analysis classifier for efficient tracking of wound healing status // Signal & Image Processing: An International Journal. – 2014. – Vol. 5 (2). – P. 15-27

2. Выделение куркуминоидов из коневища Curcuma Longa и исследование состава полученного препарата с использованием хроматографических методов анализа / М.А. Капустин [и др.] // Труды Белорусского Государственного Университета. Серия: Физиологические, Биохимические И Молекулярные Основы Функционирования Биосистем. – 2016. – Том. 11. – № 2. – С. 248-262.

3. Strohal R., Mittlbock M., Hammerle G. The management of critically colonized and locally infected leg ulcers with an acid-oxidizing solution: a pilot study // Advances In Skin & Wound Care. – 2018. – Vol. 31(4). – P. 163-171

4. Влияние кислотности на динамику репаративных процессов в мягких тканях / А.А. Андреев [и др.] // Вестник Экспериментальной и Клинической Хирургии. – 2017. – Том 10. – №1. – С. 64-71.

5. Wallace L. A., Gwynne L., Jenkins T. Challenges and opportunities of pH in chronic wounds // Therapeutic Delivery. – 2019. – Vol. 10(11). – P. 719–735

6. A pH-Indicating colorimetric tough hydrogel patch towards applications in a substrate for smart wound dressings / L. Liu [et al] // Polymers. – 2017. – Vol. 9. – P. 1-15.

7. Chin K. Y. The spice for joint inflammation: anti-inflammatory role of curcumin in treating osteoarthritis // Drug Design, Development and Therapy. – 2016. – Vol. 10. – P. 3029–3042.

8. Gupta S. C., Patchva S., Aggarwal B. B. Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials // The American Association of Pharmaceutical Scientists Journal. – 2012. – Vol. 15(1). – P. 1-24.

9. Труфанова Е. А. Простой индикаторный метод определения pH как способ оценки состояния хронической экссудирующей раны // Молодой ученый. – 2019. – №36. – С. 30-33.

10. Труфанова Е.А., Тихонова Т.В. Сорбционные свойства суспензионной мази с инкорпорированными природными анионными полисахаридами //Бутлеровские сообщения. – 2020. – Т.63. – №8. – С. 24-30.

© Труфанова Е.А., Тихонова Т.В., 2021

УДК 547.789.13

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЙ СКРИНИНГ 2-ЦИАНОМЕТИЛЕНТИАЗОЛИДИН-4-ОНА

Турсунов И.У.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Рябов М.А.

Российский университет дружбы народов, Москва

Ковальчукова О.В.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Российский университет дружбы народов, Москва

Гетероциклические соединения являются неотъемлемой частью химической и биологической науки и составляют значительный квант современного исследования, которые в настоящее время проводятся во всем мире [1]. Среди широкого круга соединений, содержащих один или несколько гетероатомов в цикле производные тиазолидин-4-она привлекают большое внимание из-за их разнообразия биологических активности [2]. Они проявляют противовоспалительные, противовирусные,

противосудорожные, антидиабетические, сердечно-сосудистые, противотуберкулезные, противогрибковые и антибактериальные свойства [3]. На фармацевтическом рынке известны такие препараты как росиглитазон (противосудорожное средство), этозолин (гипотензивное средство), пиоглитазон и троглитазон (гипогликемическое средство), действующими веществами которых являются производные тиазолидин-4-она.

Известно, что изменение таутомерной формы молекулы в различных условиях и введение в молекулу дополнительных функциональных групп может в значительной степени изменять фармакологические свойства. В связи с этим в настоящей работе представлены результаты синтеза новых соединений на основе тиазолидин-4-она, изучение их таутомерных превращений и форм существования в растворах и кристаллическом состоянии, а также скрининг их потенциальной биологической активности.

Синтез 2-цианометилентиазолидин-4-она проводили по следующей методике. Навески эквимолекулярных количеств 0,01 моль (0,66г) малононитрила и 0,01 моль (0,92г) тиогликолевой кислоты растворили в 20 мл пиридина и кипятили в круглодонной колбе с обратным холодильником в течение одного часа. Затем растворитель выпаривали под вакуумом. Оставшийся продукт промывали водой, нерастворившийся твердый остаток собирали фильтрованием на воронке Бюхнера и сушили на воздухе до постоянной массы. Выход = 95%. После перекристаллизации из этанола получили хроматографически чистые кристаллы коричневого цвета. Т пл. 186°С, что совпадает с литературными данными.

Теоретически 2-цианометилен-4-тиазолидинон может существовать в пяти возможных формах 1-5 (рис. 1).

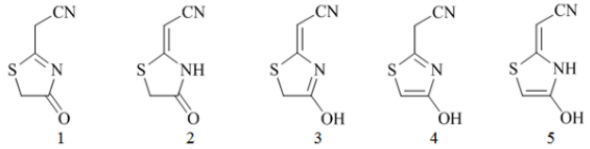


Рисунок 1 – Таутомерные формы 2-цианометилен-4-тиазолидинона

Расчеты по методу DFT показали, что наиболее устойчивой в газовой фазе будет таутомерная форма 2. Ее энергия на 44,1 кДж/моль меньше, чем энергия формы 1 и на 69,6 кДж/моль меньше энергии формы 3. Таутомерные формы 4 и 5 имеют значительно меньшую устойчивость.

В процессе перекристаллизации из этанола были получены хорошо сформированные желтоватые кристаллы, пригодные для рентгеноструктурного анализа (рис. 2).

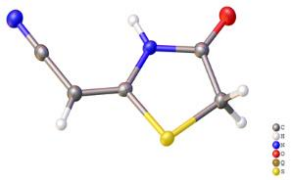


Рисунок 2 – Молекулярная структура 2-цианометилентиазолидин-4-она (по данным рентгеноструктурного анализа)

Согласно рентгеноструктурного анализа, в кристаллическом состоянии молекула существует в виде таутомера 2. Длина C=O связи составляет 1.2112(16) Å, что точно соответствует длине двойной C=O связи и указывает на отсутствие сопряжения карбонильной группы с неподеленной парой электронов атома азота соседней NH группы. Длины связей C-N(H) практически одинаковы и составляют 1.3718(17) и 1.3786(16) Å. Длина связи S-C(sp3) составляет 1.8086(14) Å незначительно длиннее связи S-C(sp2), расстояние между атомами в которой равно 1.7538(13) Å. Длина экзоциклической C=C связи (1.3496(18) Å) указывает на ее двойной характер, в то время как эндоциклическая C-C связь одинарная, длина которой равна 1.5122(18) Å. Длина C≡N связи нитрильной группы стандартная, равная 1.1500(17) Å. Межсвязевые углы в цикле лежат в пределах 92.52(6) - 111.52(11) град.

О преимущественной таутомерной форме соединения в растворах судили на основании спектральных методов анализа. Спектр 1H ЯМР раствора соединения в диметилсульфоксиде характеризуется наличием сигналов протонов в областях 3,94; 4,99 и 11,89 м.д. Первая область (3,94 м.д.) соответствует двум протонам метиленовой группы тиазолидинового фрагмента, что не противоречит таутомерным формам 1, 2 и 3. Сигналы в области 4,99 м.д. (1H) на основании литературных данных можно отнести к протону непредельного =CH фрагмента таутомеров 2, 3 и 5. Малоинтенсивный сигнал 11,89 м.д. характеризует протон NH группы, которая присутствует в таутомерах 2 и 5. Таким образом, одновременное присутствие в 1H ЯМР спектре раствора 2-цианометилентиазолидин-4-она в диметиосульфоксиде сигналов 3,94; 4,99 и 11,89 м.д. указывает на то, что в растворах полярных растворителей 2-цианометилентиазолидин-4-он существует в виде таутомера 2.

ИК спектры соединения, записанные в таблетках KBr и в растворе в CCl4, практически идентичны. Поглощение в области 3180-3101 см-1 соответствует колебанию N-H связи, присутствующей в таутомерах 2 и 5. Валентные колебания C-H связей в спектре можно разделить на две группы. Полоса 3066 $см^{-1}$ относится к валентным колебаниям =C-H связи (формы 2, 3 и 5), а две полосы при 2986 и 2835 $см^{-1}$ относятся соответственно к антисимметричным и симметричным валентным колебаниям насыщенных C-H связей, которые присутствуют в таутомерах 1, 2, 3 и 4. Полоса поглощения в области 2207 $см^{-1}$ в области поглощения тройных связей

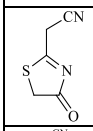
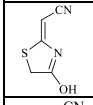
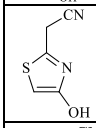
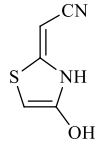
характеризует циано-группу, присутствующую во всех пяти формах. Интенсивное поглощение при 1713 $см^{-1}$ связано с колебаниями карбонильной группы (формы 1 и 2).

Таким образом, анализ характеристичных колебаний 2-цианометилен-4-тиазолидинона позволяет утверждать, что в кристаллическом состоянии и в растворах соединение существует в виде формы 2.

Прогнозирование биологической активности соединений проводили с помощью системы PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances). Токсичность соединений при внутривенном и пероральном способах введения рассчитывали по программе GUSAR (General Unrestricted Structure-Activity Relationships). Для генерации моделей использовали алгоритм самосогласованной регрессии, основанный на регуляризованном методе наименьших квадратов. С помощью программного обеспечения Molinspiration Cheminformatics Slovak Republic рассчитывали молекулярные дескрипторы таутомерных форм 2-цианометилентиазолидин-4-она.

Согласно проведенному скринингу, все таутомерные формы можно отнести к группе нетоксичных или малотоксичных соединений (табл. 1).

Таблица 1 – Значения компьютерного прогноза биофизических характеристик таутомерных форм 2-цианометилентиазолидин-4-она и на острую токсичность при внутривенном и оральном способе введения.

Таутомерная форма	Липофильность	Молекулярная масса, г/моль	Число акцепторов водородной связи	Число доноров водородной связи в молекуле	Число нетерминальных вращающихся связей	Острая токсичность при внутривенном способе введения (мг/кг)	Острая токсичность при оральном способе введения (мг/кг)
						Класс токсичности	Класс токсичности
	-0,6	140,17	3	0	1	205,500	179,700
						4	3
	-0,17	140,17	3	1	0	202,600	481,700
						4	4
	0,01	140,17	3	1	0	97,760	329,400
						4	4
	0,47	140,17	3	1	0	122,800	338,600
						4	4
	0,71	140,17	3	2	0	162,900	445,300
						4	4

Оценка фармакологической активности таутомерных форм показала, что для всех соединений с вероятностью более 60-70% прогнозируются такие виды активности как ингибирование гастрина, инсулина и некоторых других ферментов. С вероятностью более 90% прогнозируются такие виды активности как спазмолитическое и мочегонное.

Список использованных источников:

1. Jeyaraman R., Avila S. Chemistry of 3-azabicyclo [3.3. 1] nonanes //Chemical Reviews. – 1981. – V. 81. – №. 2. – P. 149-174. https://doi.org/10.1021/cr00042a002

2. Mashrai A., Dar A., Mir S. Shamsuzzaman (2016) Strategies for the Synthesis of Thiazolidinone Heterocycles //Med. Chem.(Los Angeles). – 2016. – V. 6. – P. 280-291.

3. Kaur A., Kaur A. P., Gautam P., Gautam D., & Chaudhary, R. P. Ultrasound-Assisted Facile Synthesis and Antimicrobial Studies of Alkanediyl-bis-thiazolidin-4-ones and Alkanediyl-bis-thiazinan-4-ones //Journal of Heterocyclic Chemistry. – 2019. – V. 56. – №. 8. – P. 2105-2110. https://doi.org/10.1002/jhet.3590

©Турсунов И.У., Рябов М.А., Ковальчукова О.В., 2021

УДК 661.729.542.97

РАЗЛОЖЕНИЕ ГИДРОПЕРОКСИДА КУМИЛА В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ КРАУН-ЭФИРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Усманова Ю.Х., Нуруллина Н.М., Маслий А.Н., Харлампиди Х.Э.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Необходимость обеспечения производств продукцией нефтепереработки и нефтехимии высокого качества подразумевает создание новых и развитие существующих технологий. К направлениям, актуальным для достижения этих целей, можно относить и металлокомплексный катализ [1-3].

Так, известно, что, например, 2-этилгексаноаты непереходных металлов являются катализаторами «мягкого» инициирования окислительных процессов [1-2]. Однако не все подобные соли характеризируются растворимостью в хлорбензоле, который является инертным растворителем для реакций разложения гидропероксидов. В связи с этим, после проведенного анализа литературы, обнаружено, что в качестве катализаторов реакции окисления могут использоваться краун-

эфиры, так как одно из их преимуществ – способность растворять нерастворимые в органической среде неорганические соли [4-5].

В ряде исследований фиксировалось как катализ [3, 6], так и ингибирование [7] реакций окисления углеводородов металлсодержащими системами. Разнящиеся данные о роли и механизме действия непереходных металлов побуждает к дальнейшему изучению их каталитического действия. Нами было исследовано влияние комплексов хлоридов металлов IIA группы с дибензо-18-краун-6 эфиром ($MeCl_2$·ДБК) на протекание реакции гомогенного разложения гидропероксида кумила (ГПК).

Каталитический распад ГПК изучался в среде хлорбензола посредством ампульного метода в интервале температур 90-130°С, интервал концентраций гидропероксида $[ГПК]_0$ = 0,1-2 моль/л, $[кат]_0 = 5\times10^{-4}\div10^{-2}$ моль/л. Конечную концентрацию ГПК определяли методом йодометрии [8]. Экспериментальные кинетические кривые в ходе обработки аппроксимировали квадратным полиномом. При определении скорости каталитического разложения ГПК вклад термического распада вычитали из полученного значения скорости брутто-распада [9].

Очистка гидропероксида проводилась через натриевую соль [10]. Хлорбензол очищали кислотно-щелочным методом [11]. Исследованные катализаторы были синтезированы путем взаимодействия хлоридов соответствующих металлов и краун-эфира. Молекулярная масса полученных комплексов определялась методом криоскопии [12].

В рамках исследования в программном пакете Priroda были проведены квантово-химические расчеты [13]. Применялся метод теории функционала плотности PBE [14]. Для описания атомных орбиталей был выбран базисный набор 6-31G(d,p) [15]. Была проведена оптимизация геометрических параметров, рассчитаны частоты нормальных колебаний. Отсутствие мнимых мод указывало на достижение минимума энергии в оптимизированных системах. Посредством стандартной процедуры термохимических расчетов были вычислены значения термодинамических показателей для рассматриваемых соединений.

Каталитическую активность комплексных каталитических систем оценивалась исходя из полученных значений достигаемых скоростей распада ГПК.

На рис. 1 представлены зависимости начальной скорости (W_0) каталитического разложения ГПК от концентрации последнего. Как видно, на начальных участках кривой величина W_0 возрастает пропорционально концентрации ГПК. При дальнейшем росте $[ГПК]_0$ зависимость скорости распада стремится к предельному значению, таким образом, порядок по гидропероксиду меняется и становится близким к нулевому. Это считается кинетическим признаком образования промежуточного активированного комплекса гидропероксид−катализатор.

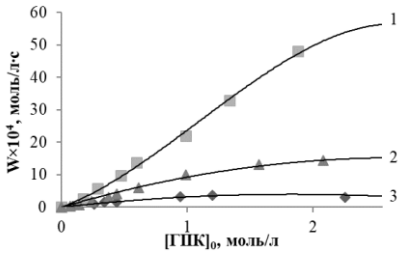


Рисунок 1 – Зависимости скорости распада гидропероксида кумила от его концентрации в присутствии катализаторов ($[kat]_0=5\times10^{-3}$ моль/л, t=130°C): 1 – $SrCl_2$-ДБК; 2 – $CaCl_2$-ДБК; 3 - $BaCl_2$-ДБК

Из рис. 1 можно сделать вывод, что рассматриваемые металлсодержащие соединения катализируют распад ГПК, причём наибольшую активность проявляет $SrCl_2$-ДБК (кривая 1), наименьшую – $BaCl_2$-ДБК.

Формально-кинетическую схему исследуемого процесса распада можно выразить в виде нижеприведенных уравнений:

$$nROOH + MeCl_2\text{-ДБК} \overset{K}{\rightleftarrows} [nROOH \cdot MeCl_2\text{-ДБК}], \quad (I)$$

$$[nROOH \cdot MeCl_2\text{-ДБК}] \xrightarrow{k_3} MeCl_2\text{-ДБК} + \text{продукты}. \quad (II)$$

Из логарифмических зависимостей скорости реакции разложения ГПК от его концентрации установлено, что порядок реакции для всех систем по ГПК равен 2, по катализатору – 1.

Скорость распада описывается формулой уравнения типа Михаэлиса–Ментен [3]: $W = \frac{k_3 K[kat]_0[ROOH]_0^n}{1+K[ROOH]_0^n}$ (1)

При помощи линеаризации полученного уравнения методом Лайнуивера–Берка [16] рассчитаны кинетические параметры брутто-распада (рис. 2). По температурной зависимости k_3 определялись активационные параметры разложения комплекса (рис. 3). Для нахождения термодинамических характеристик комплексообразования использовалось уравнение Вант-Гоффа.

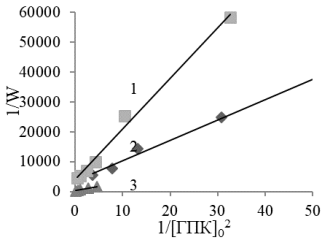


Рисунок 2 – Вид зависимостей обратной скорости распада ГПК в координатах Лайнуивера-Берка в присутствии: 1 – $BaCl_2$·ДБК; 2 – $CaCl_2$·ДБК; 3 – $SrCl_2$·ДБК, ($[kat]_0=5\times10^{-3}$ моль/л)

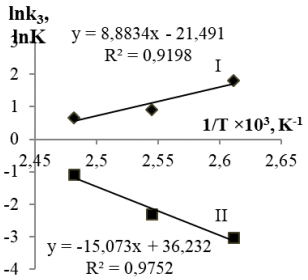


Рисунок 3 – I. Логарифмическая зависимость константы равновесия комплексообразования; II. Логарифмическая зависимость константы скорости распада; ([ГПК]$_0$ = 0.1-1.5 моль/л, [$CaCl_2$-ДБК]$_0$ = 5×10^{-3} моль/л)

После проведенной обработки экспериментальных данных получены составляющие аррениусовского выражения для констант скорости каталитического распада ГПК, которое можно записать в виде:

$k_3 = 5{,}4\cdot10^{15}\exp(-125{,}3\cdot10^3/RT)\cdot c^{-1}$ в присутствии $CaCl_2$-ДБК

$k_3 = 2{,}5\cdot10^{8}\exp(-63{,}2\cdot10^3/RT)\ c^{-1}$ в присутствии $SrCl_2$-ДБК

$k_3 = 9{,}5\cdot10^{7}\exp(-67{,}5\cdot10^3/RT)\cdot c^{-1}$ в присутствии $BaCl_2$-ДБК

В табл. 1 представлены кинетические и термодинамические параметры комплексообразования в системе nГПК–$MeCl_2$·ДБК. Для исследованных составов энтальпия комплексообразования ΔH ощутимо превышает прочность водородного связывания в самих гидропероксидах (8-13 кДж/моль), что может свидетельствовать о координировании одного из атомов кислорода О–О молекулы ГПК с атомом металла катализатора.

Таблица 1 – Кинетические и термодинамические параметры комплексообразования

Катализатор	Температура °С	K, л^2/моль^2	k, с$^{-1}$	Ea, кДж/моль	-ΔH, кДж/моль	-ΔS, Дж/моль·К
$BaCl_2$·ДБК	110	3,2	0,06	67,5	92	231
	120	1,4	0,09			
	130	0,8	0,18			
$SrCl_2$·ДБК	100	4,9	0,39	63,2	118	300,4
	110	4,1	0,50			
	130	0,3	1,71			
$CaCl_2$·ДБК	110	6,1	0,05	125,3	74,3	179,8
	120	2,5	0,10			
	130	1,9	0,34			

Водородные связи, образующиеся между молекулами ГПК и атомами кислорода катализатора, ослабляют связь О–О в гидропероксиде, чем облегчается ее разрыв. Для рассматриваемых катализаторов рассчитанная энергия активации разложения E_a меньше прочности связи О–О (167 кДж/моль) [17]. Такое значение E_a представляет еще одно свидетельство координации ГПК с металлом.

Судя по значению энтальпии комплексообразования ΔH, комплекс 2ГПК–$SrCl_2$·ДБК отличается большей прочностью причём, исходя из

полученных кинетических данных, распадается с максимальной скоростью (табл. 1).

Наименьшие значения константы комплексообразования, которыми характеризуется комплекс $BaCl_2$·ДБК, могут объяснить полученные меньшие показатели скоростей, так как промежуточный интермедиат вероятнее диссоциирует на исходные молекулы, чем распадается с образованием продуктов.

В табл. 2 приведены обнаруженные количества (моль/л) основных продуктов разложения ГПК. В присутствии катализаторов образующийся диметилфенилкарбинол (ДМФК) за время термостатирования успевает превратиться в α-метилстирол, причем его содержание растет, соответственно, в ряду $BaCl_2$·ДБК<$CaCl_2$·ДБК<$SrCl_2$·ДБК. Таким образом, в процессе каталитического разложения ГПК накапливается значительное количество α-МС, а также альдегидов и кислот, что говорит о глубине протекающего процесса.

Наличие ДМФК и ацетофенона в продуктах превращения гидропероксида указывает на преобладание радикального распада.

Таблица 2 – Состав продуктов каталитического распада ГПК ($[ГПК]_0$ =1 моль/л, $[MeCl_2·ДБК]_0=5\times10^{-3}$ моль/л, T=130°C, τ=4 ч, хлорбензол)

Катализатор	Продукты, моль/л								Конверсия ГПК, %
	АФ	ДМФК	Ацетон	Фенол	Метанол	α-МС	ФА	БА	
$CaCl_2$·ДБК	1,89	1,46	0,13	0,18	0,38	1,06	0,37	0,10	91,6
$SrCl_2$·ДБК	2,11	0,94	0,31	0,02	0,17	1,35	0,45	0,22	99,7
$BaCl_2$·ДБК	1,22	4,91	0,12	0,23	0,34	0,35	–	-	55,1

Квантово-химическим методом нами был смоделирован механизм взаимодействия гидропероксида и катализаторов. Согласно теоретическим расчётам разрешено присоединение к молекуле катализатора до трёх молекул ГПК (табл. 3). Причем, характеристики систем позволяют говорить о практически равновероятностном формировании, как системы, в которой молекулы гидропероксида расположены по одну сторону кольца краун-эфира, так и системы, где молекулы ГПК существуют по разные стороны «короны».

Таким образом, брутто-разложение ГПК под действием краун-эфирных соединений кальция, стронция и бария протекает через образование промежуточных активированных комплексов. Каталитический эффект соединений подтверждается как экспериментальными, так и теоретическими методами исследования.

Таблица 3 – Термодинамические характеристики промежуточного комплексообразования, полученные в рамках квантово-химического расчета, для систем Me^{2}+·ДБК + nГПК (Me=Ca, Sr, Ba)

Параметр	ΔH, кДж/моль	ΔG, кДж/моль	ΔS, Дж/моль·К
Ba^{2+}·ДБК−2ГПК[1] (первоначальное расположение молекул гидропероксида по разные стороны краун-эфира)	-207,6	-125,9	-490,9
Ba^{2+}·ДБК−2ГПК[2] (первоначальное расположение молекул гидропероксида по одну сторону краун-эфира)	-208,6	-110,01	-547,8
Ba^{2+}·ДБК−3ГПК	-320,9	-173	-832,6
Sr^{2+}·ДБК−2ГПК[1]	-285	-179,7	-647,7
Sr^{2+}·ДБК−2ГПК[2]	-215,8	-123,4	-534,4
Sr^{2+}·ДБК−3ГПК	-301,9	-151,8	-821,3
Ca^{2+}·ДБК−2ГПК[1]	-298,1	-197,6	-336,9
Ca^{2+}·ДБК−2ГПК[2]	-277,7	-180,6	-325,5
Ca^{2+}·ДБК−3ГПК	-338	-194,6	-481,01

Список использованных источников:

1. Нуруллина Н.М., Батыршин Н.Н., Харлампиди Х.Э. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2004. Т. 47. № 4. С. 59.

2. Нуруллина Н.М., Батыршин Н.Н., Харлампиди Х.Э. // Кинетика и катализ. 2007. Т. 48. № 5. С. 695.

3. Stojanova L.F., Batyrshin N.N., Kharlampidi Kh.E.//Oxid. Commun. 2000. V.23. №2. P. 187.

4. Матиенко Л.И., Мосолова Л.А., Заиков Г.Е. // Вест. МИТХТ. 2009. Т. 4. № 6. С. 3.

5. Матиенко Л.И., Мосолова Л.А., Скибида И.П. // Кинетика и катализ. 1990. Т. 31. № 6. С. 1377.

6. Велютин Л.П., Потехин В.М., Овчинников В.И. // Журн. прикл. химии. 1980. Т. 53. № 3. С. 604.

7. Цысковский В.К., Жук Н.Е., Тарасова Т.П. // Журн. прикл. химии. 1979. Т. 49. № 11. С. 2492.

8. Антоновский В.Л. Аналитическая химия органических пероксидных соединений./ В.Л. Антоновский, М.М. Бузланова – Москва: Химия, 1978. 308 с.

9. Суворова И.А. Дис. … канд. хим. наук. Казань: КГТУ, 2003.

10. Беляев В.А., Немцов М.С. // ЖОХ. 1961. Т. 31. Вып. 12. С. 3855.

11. Цепалов В.Ф., Шляпинтох В.Я. // Докл. АН СССР. 1959. Т. 124. № 4. С. 883.

12. Хмельницкий Р.А. // Физическая и коллоидная химия Учебник для ВУЗов. 2009

13. Гришаева Т.Н., Маслий А.Н. // Вест. Казанского технол. универ. 2012. Т. 15. № 12. С. 7.

14. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. // Phys. Rev. Lett. 1996. V. 77. № 18. P. 3865.

15. Rassolov V., Pople J.A., Ratner M., Windus T.L. // J.Chem. Phys. 1998. V. 109. P. 1223.

16. Березин И.В. Основы физ. химии ферментативного катализа./ И.В. Березин, К. Мартинек – М.: Высш. шк.,1977. 280 с.

17. Эмануэль Н.М. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе./ Н.М. Эмануэль, Е.Т. Денисов, З.К. Майзус – Москва: Наука, 1965. 375с.

© Усманова Ю.Х., Нуруллина Н.М., Маслий А.Н., Харлампиди Х.Э., 2021

УДК 691.175.664 УДК

РАЗРАБОТКА И ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ОРТОПЕДИИ

Федотова А.В., Новиков В.И., Чмутин И.А.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

Полимерные материалы получили широкое распространение в ортопедии и травматологии, это связано с их физико-механическими показателями и другими свойствами позволяющие быстро получать изделие для коррекции или лечения опорно-двигательной системы с заданными параметрами, однако, у этих материалов есть и свои недостатки. На поверхности ортопедических изделий, таких как корсеты, туторы, бандажи, стельки и т.д., в процессе эксплуатации активно развивается патогенная среда. Это непосредственно связано с тесным и длительным контактом между кожей человека и фиксирующим изделием. Микроорганизмы, активно растущие в таких условиях, могут привести к развитию грибка, а в редких случаях спровоцировать воспалительный процесс у человека. Эта проблема может быть решена путем разработки композиционного материала с антибактериальными свойствами, то есть материал «самостоятельно» будет подавлять зону размножения бактерий и приводить к их гибели. Модифицирование полимерной матрицы антимикробными агентами – поверхностно-активными веществами (ПАВ) позволит добиться резистентности к патогенной среде во всем объёме полимера, то есть предотвращать развитие микроорганизмов на поверхности, порах и трещинах. Совместно с ортопедическим предприятия ООО «ПРОП МП «ОРТЕЗ», деятельность которого направлена на изготовление протезно-

ортопедической продукции, была разработана методика получения материал на основе полиуретана с введением ПАВ добавки в полимер [1]. В качестве основы изделия рассматривается двухкомпонентный полиуретановый герметик марки АВД-31. Выбор данного материала обуславливается его преимуществами, так как готовое изделие не должны быть тяжелыми, а полимер обеспечивает легкость, пластичность и доступность.

В качестве модификаторов определены следующие объекты – поверхностно-активные вещество и наноразмерный оксид металла.

Согласно литературным данным к наиболее сильным антимикробным агентам относят катионные поверхностно-активные вещества, одним из которых является четвертичная аммониевая соль (ЧАС) [2]. В работе рассматривается ЧАС добавка на примере Цетилтриметиламмоний бромид (ЦТАБ) [3].

В качестве наномодификатора применяется оксид титана. Он относится к одному из наиболее распространенных оксидов металла, который используется в наноиндустрии. Популярность обуславливается его свойствами: стабильность, малая токсичность, малый расход материала. В работе использовались наночастицы марки Degussa [4].

В ортопедии наибольшей контаминации подвержены стопы поэтому с целью получения объективных результатов в качестве модельного образца использовать стельки, однако разрабатываемый материал может использоваться и для производства другой продукции предприятия.

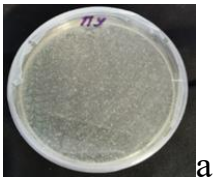
Методика изготовление полиуретановых стелек состоит из нескольких этапов. В качестве вспомогательного материала используется трикотажный рукав, который натягивается на гипсовый слепок стопы и фиксируется резинками, без образования складок на поверхности. Далее вручную наноситься замешенная полиуретановая композиция, формируя область в форме стельки и забинтовывается стрейч пленкой. Спустя 24 часа, стелька снимается и подвергается механической обработки для открытия пор, улучшения действия добавок. При смешении исходных соединений для получения полиуретановой композиции компонента А (полиол) берется в избытке, чтобы понизить свойства отвердителя компонента Б (изоционат), а получаемое изделие было гибким и подстраивалось под стопу во время ношения.

По разработанной методике были получены следующие образцы изделий: контрольный из чистого полиуретана и с введенной ПАВ добавкой разной концентрации, которая составляет 0,5%, 1%, 2%, от общего объема полимера. Также поставлен аналогичный эксперимент, но с дополнительным введением к ПАВ добавки наночастиц TiO_2.

Следующий этап работы – проведение микробиологического исследования для оценки устойчивости разрабатываемого материала к

патогенной среде. Эксперимент проводили согласно МУК 4.2.2942-11 [5]. Для проведения испытаний стельки предварительно подвергались ношению в течение 42 часов. Полиуретановый материал не обладает устойчивостью к росту микроорганизмов (рис. 1а). С увеличением концентрации ЧАС в полимерной матрице снижается способность развития патогенной среды на поверхности готового изделия. Смывы со стелек из чистого полиуретана, а также образцов, в которых концентрация ЧАС составляла 0,5%, показали интенсивный рост культуры в местах нанесения на поверхность стерильной агаровой среды (рис. 1б).

При концентрации модификатора 1% от общего объема полимерной смеси наблюдается постепенное снижение количества колоний, а, следовательно, повышается антимикробная активность полученного материала. При использовании ЧАС добавки с концентрацией 2%, наблюдается резкое сокращение роста культуры (рис. 1б). Это минимальное и достаточное наполнение полиуретановой матрицы для достижения лучшего результата. В последующих экспериментах будет использоваться именно эта концентрация.


а

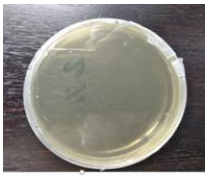
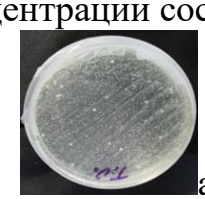

б

Рисунок 1 – а) контрольный образец; б) СЧАС=2%.

Далее был проведен эксперимент по совместному использованию ЧАС с наноразмерными частицами TiO_2 в разных соотношениях.

Наноразмерный оксид титана без добавления поверхностно-активного вещества не проявляет антимикробный эффект в полимере (рис. 2а). Однако при совместном введении в полимерный материал ЦТАБа с наночастицами TiO_2 наблюдается синергетический эффект. В композиции СЧАС=2% + С н.ч.TiO_2=0,07% хорошо заметно проявление антимикробной активности (рис. 2б). При увеличении массы модификатора TiO_2 в структуре, заметно значительное снижение устойчивости материала к патогенной среде, где концентрации составляют 0,08% и 1%.


а

б

Рисунок 2 – а) Сн.ч.TiO_2=0,07%; б) СЧАС=2%+Сн.ч.TiO_2=0,07%.

Визуальный анализ показал, что наибольшее наполнение матрицы не всегда дает наилучший результат. В данном исследовании модификация композицией, состоящей из СЧАС =2% и Сн.ч.TiO_2=0,07% дает наиболее положительный антимикробный эффект.

Результатом исследовательской работы стало создание прототипа ортопедического изделия (стелек) из композиционного полиуретанового материала, модифицированного разными добавками: антимикробным агентом – ЦТАБ и наночастицами TiO_2. Введенное соотношение добавок значительно подавляют зону размножения патогенных бактерий, делая изделие гигиеничным для длительного использования человеком.

Список использованных источников:

1. Инновационные импортозамещающие аппараты на голеностопный сустав для детей со спастическими параличами. Новиков В.И., Климов Ю.А., Шмакова Н.С. – М: Вестник всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. 2017. № 2. С. 21.

2. Синтез и свойства новых поверхностно-активных четвертичных аммониевых солей – М: Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 12. С. 101-105.

3. Цетилтриметиламмоний бромид [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dia-m.ru/reactive24633 (дата обращения 10.06.2020)

4. Degussa Titanium Dioxide Nanopowder [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nanoshel.com/product/degussa-p25-titanium-dioxide (дата обращения: 20.05.20)

5. МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях» [Электронный ресурс] – – Режим доступа: https://www.files.stroyinf.ru/ (дата обращения: 27.09.20)

© Федотова А.В., Новиков В.И., Чмутин И.А., 2021

УДК 665.71:547.279.52

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТА НЕФТЯНЫХ СУЛЬФОНОВ ИЗ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ ВЫСОКОСЕРНИСТЫХ НЕФТЕЙ

Хайруллина З.З., Люлинская Я.Л., Исламова Г.Г., Зарифянова М.З.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

В настоящее время в России увеличиваются объемы добычи высокосернистых нефтей, которые можно рассматривать как новые сырьевые ресурсы для извлечения сероорганических соединений (СОС) нефтяного происхождения. При каталитическом гидрообессеривании нефтяных дистиллятов СОС, имеющие уникальное строение, теряются безвозвратно, превращаясь в сероводород и углеводороды.

На фоне качественного ухудшения сырьевой базы нефтяной отрасли необходимость разработки альтернативных гидроочистке способов

удаления серы из топливных фракций приобретает особую важность. Одним из перспективных способов удаления серы является окислительная десульфуризация с получением нового нефтехимического продукта – концентрата нефтяных сульфонов с широкой областью практического применения.

Нефтяные сульфоны могут быть использованы в качестве экстрагентов, флотореагентов, селективных растворителей, пластификаторов полимеров, физиологически-активных веществ. Нефтяные сульфоны малотоксичны, обладают фунгицидными свойствами в борьбе с грибковыми заболеваниями растений. Применяются при лечении паразитарных кожных заболеваний животных, а также обладают высокой репеллентной активностью с длительным отпугивающим эффектом в отношении кровососущих насекомых.

В нефтяных фракциях СОС представлены алкил-, циклоалкил-, алкиларилсульфидами, а также алкилпроизводными тиофена, бензотиофена, дибензотиофена. Сульфиды и тиофены дизельных фракций представлены на 90% тиамоно-, тиаби-, тиатрициклоалканами и тиаинданами. От всех СОС дистиллята 55-65% составляют моно-, би- и трициклоалкано- производные бензотиофенов и дибензотиофенов.

При окислительной десульфуризации нефтяных дистиллятов СОС превращаются в сульфоны, которые легко удаляются из оксидатов адсорбцией или экстракцией избирательными растворителями. Образование группы $>SO_2$ придает СОС более выраженные функциональные особенности, которые позволяют оптимизировать условия их выделения. Ввиду более низких окислительных потенциалов сульфиды окисляются до сульфонов быстрее тиофеновых, бензо- и дибензотиофеновых соединений [1]. Реакция окисления сернистых соединений проходит через промежуточную стадию образования сульфоксидов с последующим окислением до сульфонов (рис. 1).

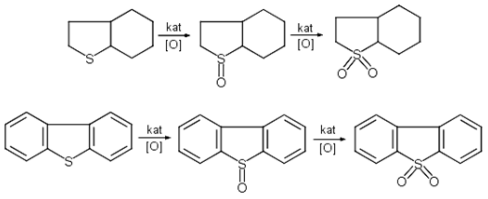


Рисунок 1.

Сырьем для получения концентрата нефтяных сульфонов использовалась дизельная фракция 240-350°С, полученная прямой перегонкой ашальчинской высокосернистой нефти на аппарате АРН-2. Содержание общей серы в дистилляте составляло 1,57% мас. Окисление СОС проводилось в термостатированном реакторе с механической мешалкой 30%-ным раствором пероксида водорода в присутствии каталитического количества смеси уксусной и серной кислот при мольном

соотношении [S]:[H_2O_2]=1 : 3 и [S]:[CH_3COOH] : [H_2SO_4] = 1:0,25:0,2. Температура окисления 100°С, время окисления 1 ч. После охлаждения реакционной смеси в делительной воронке помимо светлого слоя органической фазы (легкий сульфонный оксидат) образовался темный смолообразный осадок (тяжелый сульфонный оксидат). Выход тяжелых сульфонов составил 4,5% мас. на исходную дизельную фракцию. Качественные характеристики исходной дизельной фракции 240-350°С ашальчинской сверхвязкой нефти и ее сульфонных оксидатов представлены в таблице.

Содержание общей серы анализировалось рентгено-флуоресцентным методом на спектрометре «SPECTROSCAN МАКС». Сульфидная и сульфоксидная сера определялись потенциометрическим титрованием.

Анализируя данные таблицы видим, что по сравнению с исходной дизельной фракцией 240-350°С в легком сульфонном оксидате увеличивается плотность, показатель преломления, вязкость за счет образовавшихся сульфонов. Однако снижается содержание общей серы, так как часть СОС окислившись до тяжелых сульфонов выпадает в виде отдельного слоя. В процессе окисления СОС образуется также незначительное количество нефтяных сульфоксидов, сульфидная сера отсутствует.

Кислоты являются не только катализаторами в процессе окисления СОС, но и связующими агентами для окисленных сернистых соединений. Под действием кислот происходит поляризация связи О–О в молекуле пероксида водорода, а также понижается энергия активации переходного состояния и ускоряются реакции как по гомо-, так и по гетеролитическому направлению [2].

Таблица – Физико-химические показатели дизельной фракции 240-350°С ашальчинской сверхвязкой нефти и сульфонных оксидатов

Показатели	Дизельная фракция 240-350°С	Сульфонный оксидат	
		легкий	Тяжелый
Относительная плотность, $\rho 4^{20}$	0,8497	0,8599	0,9878
Показатель преломления, nD^{20}	1,4689	1,4737	1,5328
Вязкость кинематическая			
при 20°С, $мм^2/с$	5,605	8,247	–
Содержание серы, % мас.:			
Общей	1,57	1,23	7,79
Сульфидной	0,71	отс.	отс.
Сульфоксидной	–	0,11	0,85
Содержание сульфонов, % мас.	–	19,86	73,74

Тяжелые сульфоны получаются из трудноокисляемых сернистых соединений с высокими значениями молекулярных масс. При каталитическом окислении СОС дизельной фракции пероксидом водорода

с использованием муравьиной [3] и уксусной кислот [4] смолистые соединения в реакционной смеси не образуются.

Авторами [3] было проведено окисление СОС прямогонной дизельной фракции 200-360°С с содержанием общей серы 1,19% мас. системой H_2O_2 – HCOOH при температуре 70°С в течение 4 ч. В этих условиях процесс окисления протекает на границе раздела фаз «водный раствор – дизельная фракция» с образованием сульфоксидов, что подтверждается методом ИК-спектроскопии (полосы 1300, 1070-1030 $см^{-1}$) [5]. Более глубокое окисление до ароматических сульфонов маловероятно, чем и объясняется отсутствие слоя тяжелых сульфонов.

Активность кислотных катализаторов – смеси уксусной и серной кислот объясняется образованием пероксоуксусной кислоты $CH_3C(O)OOH$, которая обладает сильными электрофильными свойствами и завершает окисление пероксидным кислородом сульфоксидной группы до сульфонной группы [6]. Пероксоуксусная кислота получается этерификацией уксусной кислоты пероксидом водорода при катализе серной кислотой. Соединение неустойчивое, легко разрушается, является сильнейшим окислителем, скорость разложения зависит от температуры и pH-среды. Разрыв связи О–О происходит с большей вероятностью в кислой среде при высоких температурах, что позволяет окислять высокомолекулярные полигетероструктуры дистиллятов. Из-за хорошей растворимости в органической фазе окисление проводится непосредственно в объеме дизельной фракции, что приводит к глубокому окислению фенилтиофеновых, циклобензотиофеновых, дибензотиофеновых производных и других высококонденсированных СОС, образующих слой тяжелых сульфонов.

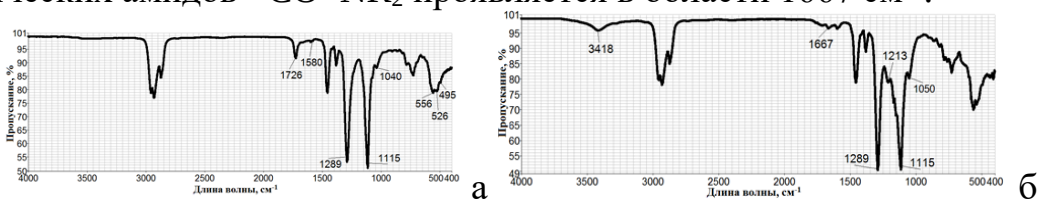
Количественное содержание сульфонов в оксидатах дизельной фракции 240-350°С ашальчинской нефти определялось жидкостно-адсорбционной хроматографией [7]. Стеклянная колонка с внутренним диаметром 3-4 мм и высотой 100 см заполнялась активированным силикагелем марки АСКГ с размером зерен 0,075-0,25 мм. Навеска оксидата в количестве 0,1-0,2 г, растворялась в 1 мл н-гексана и заливалась в колонку с силикагелем. Элюирование образцов проводилось последовательной подачей увеличивающихся по полярности следующих растворителей: н-гексан – 3 мл, дихлорметан – 2,5 мл, бензол – 2 мл, этиловый спирт – 7 мл.

Фракции элюата отбирались в 16 предварительно взвешенных пробирок по 30 капель в каждую. В пробирки №№ 1-6 сливался парафино-нафтеновый элюат, в пробирки №№ 7-15 отделялся сернисто-ароматический элюат. В последнюю пробирку № 16 собирался весь оставшийся в колонке элюат – этиловый спирт с растворенными в нем сульфонами. Растворители отдувались азотом, пробирки с элюатами термостатировались и взвешивались. На дне пробирки № 16 после отгонки

этилового спирта оставался концентрат нефтяных сульфонов. Для идентификации полученных образцов легких и тяжелых сульфонов были сняты их ИК-спектры на ИК-Фурье спектрофотометре фирмы Perkin Elmer модель Frontier (рис.).

ИК-спектры легких и тяжелых сульфонов близки по содержанию. В них присутствуют полосы поглощения средней интенсивности 2960, 2930, 2870, 1460 и 1380 $см^{-1}$ валентных колебаний метильной и метиленовой групп [8]. Очень сильные по интенсивности проявляются полосы поглощения сульфонной группы $>SO_2$ с волновыми числами 1289, 1115, 556-495 $см^{-1}$, а также сульфоксидной группы >SO с длиной волны 1040-1050 $см^{-1}$. Слабо выраженные полосы поглощения 1599, 1580 $см^{-1}$ соответствуют ароматическим, тиофеновым и бензотиофеновым соединениям, характерным для конденсированных систем. Полоса 1580 $см^{-1}$ присутствует только при сопряжении ароматического кольца с гетерогенным заместителем, например, ароматические сульфоны или ароматические амины. Ряд дополнительных полос 905-727 $см^{-1}$ относятся к алкилзамещенным тиофеновых и бензотиофеновых соединений в различных положениях кольца.

В ИК-спектре легких сульфонов сильно проявляется частота валентных колебаний связи >C=O в области 1726 $см^{-1}$ поглощения карбонильной группы или ароматической карбоновой кислоты Ar–COOH. В ИК-спектре тяжелых сульфонов характеристическая полоса с длиной волны 1726 $см^{-1}$ выражена незначительно, однако присутствует широкая расплывчатая полоса 3418 $см^{-1}$ валентных колебаний связи –OH в спиртах, карбоновых кислотах, фенолах. Также в ИК-спектре тяжелых сульфонов полоса 1213 $см^{-1}$ позволяет предположить наличие связи C–N в молекулах третичных циклических аминов. Частота валентных колебаний циклических амидов $–CO–NR_2$ проявляется в области 1667 $см^{-1}$.



а б

Рисунок – ИК-спектры элюатов нефтяных сульфонов: а) сульфоны легкие; б) сульфоны тяжелые

Малая интенсивность полос, характерных для метильных и метиленовых групп, находится в соответствии с большей цикличностью нефтяных сульфонов.

ИК-спектральный анализ показал, что нефтяные сульфоны являются производными циклоалкил-, алкиларилсульфидов и гетероароматических соединений. Также в концентратах сульфонов присутствуют в незначительных количествах сульфоксиды, ароматические карбоновые

кислоты, фенолы и циклические азотсодержащие соединения. СОС дизельной фракции окисляются по атому углерода боковых цепей и по атому серы с образованием карбонильных соединений и сульфонов.

Тяжелые сульфоны образуются в результате окисления высококонденсированных СОС с образованием темноокрашенного смолообразного осадка с выходом 4,5% мас. на исходную дизельную фракцию. Тяжелые сульфоны представляют собой производные цикланотиофенов, бензотиофенов, дибензотиофенов, циклобензотиофенов, фенилтиофенов с алкильными заместителями значительной величины.

Список использованных источников:

1. Караулова, Е.Н. Химия сульфидов нефти / Е.Н. Караулова. – М.: Наука, 1970. – 204 с.

2. Шарипов, А.Х. Получение сероорганических соединений из природного углеводородного сырья / А.Х. Шарипов // Нефтехимия. – 2004. – Т. 44. – № 1. – С. 3-10.

3. Кривцов, Е.Б. Сравнение изменений группового состава дизельного топлива в процессах гидроочистки и окислительного обессеривания / Е.Б. Кривцов, А.К. Головко // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – № 1. – С. 3-8.

4. Шарипов, А.Х. Удаление серы из гидроочищенного дизельного топлива / А.Х. Шарипов, В.Р. Нигматуллин // ХТТМ. – 2005. – № 3. – С. 42-44.

5. Кривцов, Е.Б. Превращение сернистых соединений и ароматических углеводородов дизельных фракций нефтей в процессах окислительного обессеривания : автореф. дис. … канд. хим. наук / Е.Б. Кривцов. – Томск: ИХН СО РАН, 2011. – 24 с.

6. Шарипов, А.Х. Окислительное обессеривание дизельного топлива / А.Х. Шарипов, В.Р. Нигматуллин // Нефтехимия. – 2005. – Т. 45. – № 6. – С. 403-410.

7. Получение нефтяных сульфонов из среднедистиллятных фракций ашальчинской сверхвязкой нефти / М.З. Зарифянова [и др.] // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22. – № 11. – С. 59-64.

8. Наканиси, К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений / К. Наканиси. – М.: Мир, 1965. – 216 с.

© Хайруллина З.З., Люлинская Я.Л., Исламова Г.Г., Зарифянова М.З., 2021

УДК 504

МЕХАНИЗМЫ ДЕСТРУКЦИИ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ

Хайруллова Р.М.
Научный руководитель Бузаева М.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ульяновск

Деструкция полимеров – это процесс разрушения их макромолекул из-за разрывов химических связей основной цепи, которые вызваны разными физическими и химическими воздействиями (теплом, светом, механическими напряжениями и так далее) [1].

В результате деструкции уменьшается молекулярная масса полимера, изменяется его строение и свойства, материал становится непригодным для использования. Это одна из причин старения полимеров, которая вызывает ухудшение потребительских и технологических свойств изделий и конструкций из полимерных и композиционных материалов. С другой стороны, деструкция может быть использована для получения низкомолекулярных веществ из природных полимеров, например аминокислот из белков, для контролируемого снижения молекулярной массы полимеров с целью облегчения их переработки, а также для синтеза привитых и блок-сополимеров.

Различают два вида деструкции: физическую и химическую.

Физическая деструкция происходит под действием физических факторов, таких как температура (термическая деструкция), свет (фотохимическая деструкция), различные типы ионизирующех излучений (радиационная деструкция). Также факторами, вызывающими или способствующими разрушению, являются дробление, истирание, ориентационная вытяжка и прокатка полимера (механическая деструкция), то есть воздействия, которым подвергаются полимеры в процессе переработки или эксплуатации.

Химическая деструкция возникает в присутствии некоторых химических соединений и веществ. Разрушение полимера происходит в результате реакций окисления, гидролиза, ацидолиза, аминолиза и других подобных процессов.

Однако такая классификация практически неприменима на практике, так как полимер одновременно подвержен как физическим, так и химическим воздействиям. Поэтому деструкцию также классифицируют на основе различий их механизмов. По этому признаку выделяется два типа деструкции полимеров: деструкция по закону случая и цепная деструкция.

Деструкция по закону случая идет за счет не связанных друг с другом разрывов связей в макромолекуле и с образованием молекул всё меньшей и меньшей длины и молекулярной массы, олигомеров и в конечном счете низкомолекулярных соединений вплоть до мономеров.

Этот тип деструкции протекает под действием химических реагентов (кислот, щелочей, воды). Такой тип разрушения характерен для полимеров, полученных поликонденсацией или ступенчатой полимеризацией. Например, к такой деструкции относятся гидролиз полисахаридов, белков и полиамидов, алкоголиз сложных полиэфиров и так далее.

Цепная деструкция – распад макромолекулы, в котором каждый активный центр, образовавшийся при инициировании деструкции, вызывает развитие цепи, то есть последовательное отщепление молекул мономера от образовавшихся макрорадикалов. Для цепной деструкции характерны стадии передачи и обрыва цепи [2].

Этим же механизмам деструкции подвержены и биоразлагаемые полимеры, однако на их разложение большое влияние оказывают различные факторы: внешние условия (температура, кислотность среды и т.д) вид полимера и микроорганизма. В основе механизма воздействия микроорганизмов на пластмассы лежат несколько процессов:

изменение физико-химических и технологических свойств материалов под воздействием продуктов обмена (органических кислот, ферментов, аминокислот и других);

механическая деструкция.

Механическое разрушение полимера вызвано прорастанием мицелия гриба сквозь трещины и поры материала, которые образуются на стыке пластмассы и частиц компонентов.

Микроорганизмы, находящиеся в контакте с полимерным материалом, выделяют вещества, которые негативно действуют на структуру макромолекулы и химически взаимодействуют с ее функциональными группами и кратными связями. Плесневые грибы или бактерии вызывают брожение, в основе которого лежат окислительно-восстановительные реакции под действием ферментов.

Действие данных продуктов метаболизма вызывает два основных процесса, приводящих к деструкции биоразлагаемых полимеров: гидролиз и окисление.

В основе оксобиоразложения лежит процесс окисления с последующей полной деструкцией получаемых цепочек полимера с помощью бактерий. В случае гидробиоразложения процесс начинается с гидролиза в условиях повышенных температур (60-70°С) и также заканчивается биодеструкцией под влиянием бактерий, продуктом разложения в этом процессе является метан.

Данные виды разложения зависят от pH среды. Например, гидролитическое ускоряется при повышении pH и протекает достаточно быстро в щелочных средах.

Полимерный материал подвергается биологическому разложению, если выполняются следующие условия: 1) наличие бактерий, грибов и других микроорганизмов, которые выборочно действуют на данный полимер; 2) подходящие условия среды (ветер, сильная солнечная радиация, pH и так далее); 3) необходим полимер, который может разлагаться в данных условиях и удовлетворять определённым требованиям, например, в его цепи должны быть фрагменты, которые подвергаются гидролизу или окислению.

Биоразложение в почве протекает благодаря реакциям с разными бактериями и грибами, которые сменяют друг друга в процессе деструкции. В результате образуются простые химические соединения (вода, углекислый газ, метан), которые потребляются представителями различных царств природы.

Постоянно разрабатываются и совершенствуются различные добавки, при введении которых, получают полимерные материалы, способные к разрушению в условиях природной среды в период от одного до нескольких лет в зависимости от типа добавки и химической структуры полимера [3, с.13-26].

Подводя итог, можно сказать, что деструкция биоразлагемых полимеров – это процесс, который необходимо тщательно изучать и активно применять на практике, так как он позволяет значительно снижать загрязнение окружающей среды полимерными материалами.

Список использованных источников:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/117026

2. Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь : учебное пособие / М. С. Аржаков. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-4047-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/130153 (дата обращения: 20.03.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Крутько, Э. Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов: учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальности 1-48 01 02" Химическая технология органических веществ, материалов и изделий" специализации 1-48 01 02 04" Технология пластических масс"/ Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук, А. И. Глоба – Минск, 2014. – 106 с. – URL: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/14297/1/krutko_texnologiya-biorazlagaemyx-polimernyx-materialov.pdf (дата обращения: 20.03.2021).

© Хайруллова Р.М., 2021

УДК 667.632:678.416

СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО УПАКОВОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Гумерова Г.У., Хасанов А.И., Серова В.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

Полимеры занимают второе место среди упаковочных материалов, производимых в России [1]. Так для упаковывания самой разной продукции самое широкое применения нашли полимерные пленки [2]. Ассортимент полимерных упаковочных пленок весьма разнообразен [3]. Если изначально на российском рынке присутствовали однослойные пленки, то за последнее десятилетие повышение требований к упаковке стимулировало разработку многослойных пленок со специальными свойствами [4]. Востребованность это вида упаковочных пленок для изготовления так называемой гибкой упаковки объясняется широкими возможностями выбора компонентов многослойного материала, количества, толщины и порядка чередования в нем полимерных слоев, что важно для достижения комплекса необходимых прочностных, барьерных и санитарно-гигиенических свойств.

Вместе с тем современные требования к упаковке привели к созданию принципиально новых видов полимерных пленок [5]. Так уникальная способность полимеров к развитию больших обратимых высокоэластических деформаций при сохранении упругости и механической прочности реализована в растягивающихся, а именно: стрейч-пленках (от англ. stretch – растягиваться), которые по сравнению с обычными пленками обладают повышенной прочностью, стойкостью к удару и проколу. А способность ориентированных полимерных пленок к сокращению линейных размеров (усадке) используется для получения термоусадочных пленок, которые при нагревании выше температуры размягчения полимера плотно обтягивают упаковываемую продукцию, гарантируя сохранность ее товарного вида. Данные материалы сегодня занимают ведущие позиции в области упаковки.

Некоторые результаты изучения свойств моно- и многослойных полимерных упаковочных пленок, а также качества нанесенной на них печати приведены в работах [6-8].

Настоящая работа является продолжением исследований, проводимых на кафедре технологии полиграфических процессов и кинофотоматериалов КНИТУ в области разработки и исследования полимерных пленочных материалов, предназначенных для упаковки пищевых продуктов.

Объектами исследования являлись полимерные пленки для упаковки мяса и сыра на основе полиамида (ПА), полиолефинового пластомера (ПОП) и сополимера этилена с виниловым спиртом (СЭВС) двух разных структур (I и II), состоящие из девяти слоев, включая адгезивные (Ад):

ПОП/ПОП/Ад/ПА/Ад/ПА/Ад/ПОП/ПОП (I);

ПА/ПА/Ад/ПА/СЭВС/ПА/Ад/ПОП/ПОП (II).

Структуры выбранных для исследования пленок отличаются количеством слоев из ПА и ПОП, порядком их расположения, а также природой наружных и внутренних слоев. При этом один из наружных слоев (в структуре I – ПОП, а в структуре II – ПА) является запечатываемым, а другой (в обеих структурах – ПОП) – сварочным (для изготовления упаковочных пакетов). В качестве внутренних (барьерных) слоев в структуру I входят два слоя из ПА, а в структуру II – два слоя из ПА и один слой из СЭВС.

Цель работы – изучение влияния структуры на комплекс эксплуатационных показателей, определяющих качество названных материалов: оптических, физико-механических, способность к термической усадке.

Используемые в работе полимерные пленки изготовлены в ООО НПП «Тасма» (г. Казань) способом соэкструзии с двойным раздувом.

Для идентификации полимерных слоев в пленочных структурах использовался дифференциальный сканирующий калориметр DSC Q2000 при скорости нагревания 10°С/мин.

Прочность пленок определялась по ГОСТ 14236 (ASTM D 882) на автоматической разрывной машине Testometric модели M350-5CT. Для испытаний использовалось не менее 5 образцов каждого типа пленки. Погрешность измерений не превышала ±6%.

Для измерения спектрального коэффициента пропускания пленок использовался спектрофотометр СФ-256 УВИ. Погрешность измерений составляла ±0,5%.

Величина термоусадки пленок определялась методом жидкостной иммерсии на для чего пленочные образцы помещались на несколько секунд в водяную баню UT-4320, нагретую до температуры 90°С. Величину их термоусадки рассчитывали по формуле:

$$У = (l_o – l_{ТУ})\ 100/l_o,$$

где l_o и $l_{ТУ}$ – длина пленки соответственно до и после испытания на термоусадку.

Результаты изучения показателей эксплуатационных свойств двух полимерных пленочных структур приведены в таблице, а именно: значения коэффициента пропускания (τ) в ультрафиолетовой области на длине волны λ = 300 нм и видимой области спектра – в диапазоне λ = 400 – 700 нм;

значения разрушающего напряжения (σ), относительного удлинения (ε), а также термоусадки (У).

Таблица – Показатели эксплуатационных свойств полимерных пленочных структур

Структура	Толщина, мкм	τ, % на λ, нм				σ*, МПа	ε*, %	У*, %
		300	400	500	700			
I	57,0	56	76	76	77	108,16	148,47	40
II	56,0	57	70	71	72	120,33	136,77	45

*Примечание к таблице – измерено в продольном направлении

Пленка структуры I, не содержащая в отличие II внутреннего слоя из СЭВС, характеризуется большим светопропусканием в видимой области спектра (несмотря на большую толщину), менее высоким показателем прочности и соответственно большей деформацией при растяжении.

Обнаруженные различия в способности к термоусадке двух пленочных структур можно объяснить с помощью метода ДСК. Так, значения температуры плавления ($Т_{пл}$), найденные по максимумам эндотермических пиков на кривых ДСК, дают возможность идентифицировать следующие полимерные слои: 192,55°С – ПА; 115,76°С – ПОП; 168,40°С – СЭВС [9, 10]. После термоусадки пленочных образцов практически не наблюдается изменений $Т_{пл}$ слоев из СЭВС и ПА. Однако в случае обеих структур после термоусадки зафиксировано увеличение $Т_{пл}$ слоев из ПОП, что может быть обусловлено увеличением плотности упаковки макромолекул в данном полимерном слое. Такое изменение надмолекулярной структуры в слоях из ПОП, количество которых преобладает в структуре I, по-видимому, и объясняет ее меньшую способность к термоусадке в сравнении со структурой II.

Таким образом выявлены некоторые закономерности влияния структуры полимерных пленок, предназначенных для упаковки пищевых продуктов, на такие эксплуатационные показатели, как спектральное светопропускание, разрушающее напряжение, относительное удлинение и величина термической усадки.

Список использованных источников:

1. Иванов, А. Долгожданные цифры о России. Обзор российского рынка целлюлозы, бумаги, картона и упаковки / А. Иванов // Packaging. – 2006. – № 6/8. – С. 34–47.

2. Зелке, С. Пластиковая упаковка /С. Зелке, Д. Кутлер, Р. Хернандес. – СПб: Профессия, 2011. – 564 с.

3. Абдель-Бари, Е.М. Полимерные пленки. Технологии производства, деструкция и стабилизация, применение, рециклинг / Е.М. Абдель-Бари. – СПб: Профессия, 2010. – 352 с.

4. Третьяков, А.О. Многослойные полимерные пленки. Упаковка. – 2006. – № 6. – С. 20–23.

5. Технология получения полимерных пленок специального назначения и методы исследования их свойств /А.Н. Садова [и др.]. – Казань: Изд-во Казан. национ. исслед. технол. ун-та, 2014. – 178 с.

6. Серова, В.Н. Эксплуатационные свойства моно- и многослойных полимерных упаковочных пленок / В.Н. Серова, Д.В. Сугоняко, М.Л. Верижников, А.А. Тюфтин // Пластические массы. – 2014. – № 5–6. – С. 54–56.

7. Серова, В.Н. Сравнительные характеристики старения полимерной моно- и многослойной пленки на основе полиамида / В.Н. Серова, Э.Р. Мирхусаинов // Пластические массы. – 2018. – № 3–4. – С. 56–58.

8. Серова, В.Н. Качество красочных покрытий на полимерных упаковочных пленках / В.Н. Серова, Э.Р. Мирхусаинов, Ж.Ю. Геркина, А.И. Хасанов // Клеи. Герметики. Технологии. – 2017. – № 8. – С. 42–47.

9. Крыжановский, В.К. Производство изделий из полимерных материалов / В.К. Крыжановский [и др.]. – СПб: Профессия, 2004. – 464 с.

10. Карсакова, Е.В. Свойства и области применения полиамидов различных типов / Е.В. Карсакова, Т.П. Кравченко // Успехи в химии и химической технологии. – 2008. – Т. XXII. – № 5. – С. 10-13.

© Гумерова Г.У., Хасанов А.И., Серова В.Н., 2021

УДК 675.92.04

ИНТЕРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОЛИАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ, СИНТЕЗИРОВАННЫЕ В РАСТВОРЕ ПОЛИЭФИРУРЕТАНА

Шаповалова И.А., Коваленко Г.М., Бокова Е.С.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

К настоящему времени накоплен значительный научно-практический опыт в производстве обуви и одежды из синтетических кож с улучшенными показателями свойств на базе волокнистых основ из ультратонких волокон и новых отечественных растворов полиэфируретанов (ПЭУ). Однако такие материалы все еще не удовлетворяют потребителей по своему качеству и, прежде всего, по комплексу показателей гигиенических свойств, которые в основном зависят от характера пористой структуры материала и степени гидрофильности полимерной композиции. Поэтому проблема гидрофилизации различных видов синтетических кож и волокнистых основ, используемых при их изготовлении, по-прежнему остается весьма актуальной.

Среди большого числа доступных в настоящее время способов модификации и, прежде всего, гидрофилизации полимерных материалов является использование нового специального класса высокомолекулярных

соединений – интерполимерных комплексов различного состава и структуры, обладающих высокими сорбционными и транспортными свойствами по отношению к парам воды. Это обусловлено сочетанием уникальных физико-химических, коллоидных и механических свойств ИПК, благодаря которым эти соединения перспективны как для самостоятельного применения в различных областях техники, медицины и биотехнологии, так и в качестве модифицирующих добавок при создании композиционных полимерных материалов и покрытий, в том числе предназначенных для работы в контакте с человеческим организмом [1].

Учитывая опыт и результаты предыдущих работ, для этих целей особенно интересны интерполимерные комплексы, стабилизированные кооперативной системой водородных связей, так как эти представители огромного семейства ИПК в условиях относительной влажности окружающей среды, соответствующей комфортной эксплуатации готовых изделий, проявляют эластомерные свойства и обладают сверхвысокой сорбционной и «транспортной» активностью по отношению к парам воды [2].

В большинстве работ интерполимерные комплексы были получены в водной среде. Количество исследований, посвящённых образованию полимер-полимерных комплексов в органических растворителях не так велико, поэтому является актуальной задачей, в том числе и на пути модификации композиционных материалов различной природы [3].

Цель работы – разработка условий получения интерполимерных комплексов в растворе полиэфируретана в диметилформамиде для материалов типа «синтетическая кожа» с повышенными показателями эксплуатационных свойств.

В качестве объектов исследования были использованы: полиэфируретан (ПЭУ) марки Витур ТМ 0333-95 на основе простого полиэфира, полученный одностадийным синтезом, продукт взаимодействия 4,4′-дифенилметандиизоцианата и полиокситетраметиленэтиленгликоль (олигомер тетрагидрофурана), при соотношении групп NCO:OH равным 1:1, с молекулярной массой 1000, в виде 8%-ного раствора в диметилформамиде (ДМФА); полиакриловая кислота (ПАК) с молекулярной массой 2105 (ФГУП «НИИ химии и технологии полимеров им. ак. В.А. Каргина с опытным заводом», г. Дзержинск, Россия) в виде 3%-ного раствора в ДМФА; поливинилпирролидон (ПВП) марки Kollidon® 12 PF с молекулярной массой 2500 (BASF, Германия) в виде 3%-ного раствора в ДМФА.

В качестве основных методов анализа процесса комплексообразования в работе использовали методы инфракрасной спектроскопии, дифференциально сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа.

На первом этапе исследования в работе были получены интерполимерные комплексы между полиакриловой кислотой и поливинилпирролидоном, средой для комплексообразования являлся диметилформамид (ДМФА). Методами турбидиметрического титрования было доказано образование устойчивого интерполимерного комплекса между полиакриловой кислотой (ПАК) и неионогенным полимером – поливинилпирролидоном в среде диметилформамида. Выявлено, что образуются стехиометрические комплексы состава 1:1, стабилизированные кооперативной системой водородных связей.

На рис. 1 приведен ИК-спектр поликомплекса ПАК:ПВП. Видно, что на спектре ПАК присутствует полоса поглощения от 1800-1600 $см^{-1}$, что соответствует валентным колебаниям карбонильной группы –СО полиакриловой кислоты, а также полоса поглощения 3500-3700 $см^{-1}$, характерная для валентных колебаний свободной гидроксильной группы –ОН. На спектре ПВП можно обнаружить полосу поглощения от 1800-1600 $см^{-1}$, что также говорит о наличие карбонильной группы –СО у поливинилпирролидона.

На ИК-спектре поликомплекса ПАК:ПВП полоса поглощения, характерная для валентных колебаний карбонильной группы –СО смещается в ближнюю область (1600-1700 $см^{-1}$), а также появляется полоса поглощения от 3200-2500 $см^{-1}$, характерная для гидроксильных групп –ОН, связанных Н-связью. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что происходит образование устойчивого полимер-полимерного комплекса ПАК:ПВП.

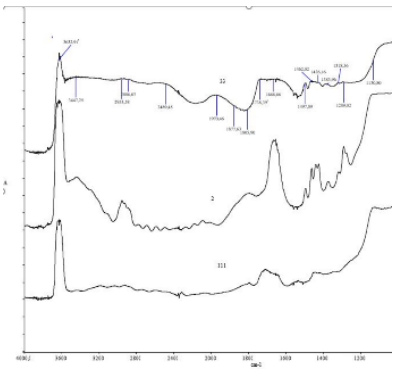


Рисунок 1 – ИК-спектр плёнок: 1) ПАК; 2) ПВП; 3) поликомплекс ПАК-ПВП. С=[ПАК]:[ПВП]=0,3 моль/л

Так как поликомплексы будут использованы как модификаторы структуры и свойств растворов ПЭУ, то необходимо было подтвердить образование системы прочных водородных связей, от которых будет зависеть структура раствора после модификации.

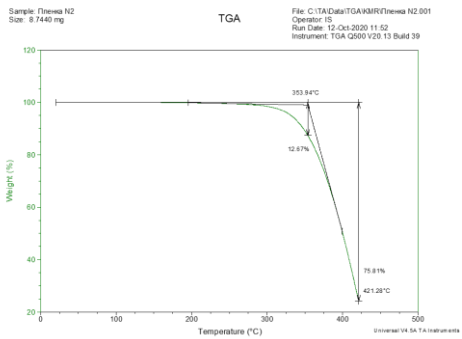


Рисунок 2 – Термограмма по данным ТГА для пленки на основе [ПАК]:[ПВП]

Видно (рис. 2), что полученный комплекс [ПАК]:[ПВП] является достаточно термостойким, начальная температура разложения, примерно 250°С, а температура интенсивного разложения 353,94°С.

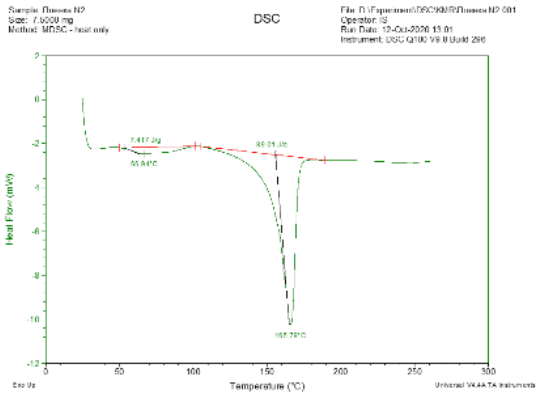


Рисунок 3 – Термограмма по данным ДСК для пленки на основе [ПАК]:[ПВП]

По термограмме ДСК (рис. 3) можно сделать вывод, что образуется прочный поликомплекс, который способен сорбировать большое количество влаги, что подтверждается наличием больших эндопиков плавления с величиной энтальпии 89 Дж/г.

В результате исследований в работе были получены интерполимерные комплексы между полиакриловой кислотой и поливинилпироллидоном в среде диметилформамида (ДМФА). Методами инфракрасной спектроскопии, дифференциально сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа было доказано образование устойчивой системы водородных связей между поликислотой и неионогенным полимером. Такие соединения могут быть использованы как модификаторы растворов ПЭУ, на пути создания волокнисто-пористых материалов, а также покрытий искусственных и синтетических кож.

Список использованных источников:

1. Бокова Е.С. Физико-химические основы и технология модификации растворов полимеров в производстве волокнисто-пористых материалов. Диссертация д. техн. наук; МГУДТ - Москва, 2007. - 467 с.

2. Рылкова М.В. Создание волокнистых материалов на основе комплексообразующих водорастворимых полимеров методом электроформования. Диссертация канд.техн.наук - М.: РИО МГУДТ 2014. – 126 с.

3. Коваленко Г.М. Разработка условий получения интерполимерных комплексов в бинарных растворителях и возможностей их применения. Диссертация канд. техн. наук; МГУДТ - Москва, 2011. - 136 с.

© Шаповалова И.А., Коваленко Г.М., Бокова Е.С., 2021

УДК 667.281.21

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ МОНОАЗОСОЕДИНЕНИЙ СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТ 2-НИТРОРЕЗОРЦИНА

Мелешенкова В.В., Шукуров Р.О., Кузнецов Д.Н.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва

В последнее время азокрасители на основе полифенолов привлекают большое внимание ученых благодаря их универсальным свойствам и широким областям применения. В частности, полигидроксиазобензолы применяются для колорирования текстильных материалов, в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности, кислотно-основных, окислительно-восстановительных и металлохромных индикаторах, а также в качестве аналитов на различные вещества [1, 2].

Анализ научно-технической информации, показал отсутствие систематических исследований, касающихся использования 2,6-дигидроксинитробензола в синтезе разнообразных по строению азосоединений. В тоже время имеющиеся данные о свойствах азосоединений имеющих аналогичное строение показывают перспективность их использования в качестве эффективных кислотных и дисперсных красителей для колорирования текстильных материалов.

В работах, проведенных на кафедре ранее, было показано что 2,4,6-тригидроксинитробензол является высокореакционноспособным субстратом в синтезе бисазокрасителей, обладающих хорошими эксплуатационными свойствами [3].

В развитие вышеприведенных исследований нами синтезирован ряд неописанных ранее моноазосоединений 3а-е, реакцией азосочетания малоизученного 2,6-дигидроксинитробензола 1 с различными по строению солями арилдиазония 2а-е и охарактеризованы полученные продукты (рис. 1).

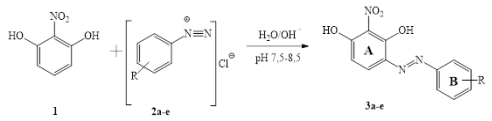


Рисунок 1 – Схема 1, где 2,3а R = H; 2,3б R = 4-NO_2; 2,3в R = 4-CH_3; 2,3г R= 4-$NHCOCH_3$; 2,3д R= 4-SO_3H; 2,3е R= 2-COOH

Реакцию азосочетания проводили в одну стадию путем постепенного прибавления к водно-щелочному раствору 2,6-дигидроксинитробензола 1 при 0-5°С раствора соли арилдиазония 2а-е, поддерживая pH в пределах 7,5-8,5 с помощью 5%-ного водного раствора Na_2CO_3.

Чистота и предположительная структура синтезированных соединений 3а-е подтверждена с помощью хромато-масс-спектрометрии (LC-MS), электронных спектров поглощения и тонкослойной хроматографией.

В электронных спектрах поглощения (ЭСП) максимум поглощения синтезированных азосоединений лежит в области 426-445 нм в отличие от исходных диазо- и азокомпонентов, максимумы поглощения которых лежат в ближней УФ-области спектра.

Анализ ЭСП синтезированных соединений позволил выявить уровень влияния заместителей на положение, и интенсивность полос поглощения в длинноволновой области спектра. Значения максимумов поглощения азосоединений 3а-е сильно зависят от природы веденого в кольцо В заместителя. В частности, длина волны максимума поглощения увеличивается в следующем ряду: 4-H < 4-SO_3H < 4-CH_3 < 2-COOH < 4-NO_2 < 4-$NHCOCH_3$.

В соответствии с принятой методологией испытания красителей были подобраны оптимальные условия процесса крашения волокон различной химической природы, и определена устойчивость окрасок к различным физико-химическим воздействиям синтезированными соединениями.

Азосоединения 3д,е испытаны в качестве кислотных красителей для крашения полиамидных (капрон) и белковых (шерсть) волокон. Крашение шерстяного материала осуществлялось по методике крашения средне выравнивающими красителями [4].

Азосоединения 3а-г – испытаны в качестве дисперсных красителей для крашения полиамидного волокна (капрон) в условиях стандартного крашения дисперсными красителями [4].

Образцы, окрашенные азоединениями 3а-е имеют желто-красную окраску. Для упрочнения окраски, полученной с помощью азосоединения 3е проводили хромирование окрашенного образца [4].

Полученные окрашенные образцы исследовали на устойчивость к мокрой обработке ГОСТ 9733.4-83 и действию пота ГОСТ 9733.6-83 и действию света ГОСТ 11279.2-83. Устойчивость окраски образцов оценивалась по 5-ти бальной шкале серых эталонов на спектрофотометре

Datacolor mod.3880 с помощью пакета программ для решения задач текстильной колористики «Павлин». Результаты испытаний выкрасок представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Устойчивость окрашенных материалов к физико-химическим воздействиям

№	Окрашенная ткань	Цвет окрашенного образца	Результаты испытаний на устойчивость к физико-химическим воздействиям*					
			Стирка			Пот		
			I	II	III	I	II	III
3а	Капрон	Желтый	2-3	3-4	3-4	2-3	1-2	4-5
3б	Капрон	Желтый	3-4	3	4	1-2	4-5	3-4
3в	Капрон	Желтый	4-5	2-3	2-3	2	2	2-3
3г	Капрон	Красный	5	5	5	4-5	5	5
3д	Шерсть	Желтый	4-5	5	5	3-4	2-3	4
	Капрон	Желтый	4-5	4-5	5	3-4	4-5	4
3е	Шерсть	Желтый	3-4	2-3	2-3	3-4	1-2	1-2
	Шерсть	Красный	4-5	4	3-4	4-5	2-3	4-5
	Капрон	Желтый	4-5	4-5	5	4-5	3-4	4

*Примечения к таблице – в случае мокрых обработок: Ⅰ）оценка изменения первоначальной окраски окрашенного образца, Ⅱ）оценка степени закрашивания белого материала из того же волокна, Ⅲ）оценка степени закрашивания смежной ткани.

В работе с помощью программного обеспечения Acute rat toxicity prediction был проведен прогноз острой токсичности синтезированных в настоящей работе соединений [5]. На основании данных компьютерного прогноза по летальной токсичности, все изученные в работе соединения можно отнести к группе нетоксичных или к слаботоксичным соединениям.

Результаты компьютерного скрининга острой токсичности синтезированных в работе соединений показывают их низкую токсичность и перспективность использования в технологиях колорирования текстильных материалов.

Таким образом, в настоящей работе впервые исследована реакция азосочетания 2,6-дигидроксинитробензола с различными по строению солями арилдиазония, приводящая к получению неописанных ранее азосоединений. Результаты исследования показали, что синтезированные азосоединения могут быть использованы для колорирования волокон (шерсть и полиамид) и обеспечивают удовлетворительные эксплуатационные свойства окрасок.

Список использованных источников:

1. Y. Qian, G. Wang, G. Xiao, B. Lin, Y. Cui. The first-order molecular hyperpolarizability and thermal stability of charge-transfer azo diol and azo aldimine // Dyes and Pigments. – 2007. V. 75. № 2. – P. 460–465.

2. Muruganandham M., N. Shabana N., Swaminathan M. The influence of inorganic oxidants and metal ions on semiconductor sensitized photodegradation

of 4-fluorophenol // Chemical Engineering Journal. – 2006. V. 128. № 1. – P.51-57.

3. Мелешенкова В.В., Шукуров Р.О., Кузнецов Д.Н. Синтез и исследование свойств новых бисазосоединений, содержащих фрагмент нитрофлороглюцина // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. – С. 198-201.

4. Булушева Н.Е. Базовый лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов. М.: РИО МГТУ. 2000. 330 с.

5. Institute of Biomedical Chemistry. – URL: http://www.way2drug.com/gusar/acutoxpredict.html (дата обращения 25.03.2021)

© Мелешенкова В.В., Шукуров Р.О., Кузнецов Д.Н., 2021

Авторский указатель

А

Абрамов К.А., 147
Агафонов В.Е., 4
Азиева К.К., 6
Айзатуллин Т.И., 11, 34
Александров Д.А., 11
Алексашина О.В., 150
Аминжонова Ш.М., 14
Анисимова В.В., 18
Ануфриева М.Ф., 91
Апалькова А.В., 18

Б

Бабаева И.А., 21
Баллыев С.Б., 23
Баранов О.В., 147
Баршатова А.Г., 28
Белова Л.А., 98
Бикунина М.О., 154
Бокова Е.С., 170, 245, 282
Борисов А.А., 157
Бороздина Г.А., 32, 46
Буланов Я.И., 4, 21, 50, 53, 116
Бутко Т.В., 109
Быкова А.Б., 32

В

Варакина С.В., 161
Варварычева А.В., 164
Вейс С.А., 167
Вознесенский Э.Ф., 43, 208
Волкова П.Д., 38

Г

Гаврилюк Е.Ю., 83
Галанов В.Е., 170
Гапонов И.А., 34
Грачёва А.В., 161
Грибова Е.В., 38, 40
Губочкина А.А., 175
Гудок А.А., 227
Гумерова Г.У., 279

Д

Давыдов А.Ф., 135, 143
Демократова Е.Б., 6, 61, 65, 100
Дормидонтова О.В., 178
Дурнова И.А., 150

Е

Евсюкова Н.В., 170
Евтеева Н.Г., 178
Егорова Д.И., 223
Ермакова В.Д., 113
Ерохин Л.М., 182
Ершов А.К., 188
Ефремов Д.Г., 105

Ж

Железняк А.А., 175
Журина М.С., 191

З

Зарифянова М.З., 270
Заушицына Е.В., 98
Захаров Н.С., 194
Захаров Ю.А., 194, 249
Захарова В.А., 161
Захарченя И.А., 138

И

Иванова А.А., 198
Исаева Т.А., 201
Исламова Г.Г., 270
Исмаилов Л.Ю., 203

К

Кабанов М.А., 182
Калугина Д.С., 161
Карабанов П.С., 32, 46, 73
Караваева Е.Б., 154
Каримуллин И.И., 208
Карноухов А.Е., 43
Кильдеева Н.Р., 191
Клопова А.В., 46
Кобраков К.И., 201, 242
Ковалёв И.Б., 150
Коваленко Г.М., 282
Ковальчукова О.В., 257
Ковзунов Н.А., 50, 53
Ковзунова Е.С., 50, 53
Коринтели А.М., 55
Корчуганова К.А., 249
Косачева И.А., 61
Котов Е.В., 65
Кошеваров Д.Д., 210
Крафт Ю.Н., 28
Кузин Е.Н., 234
Кузнецов Д.Н., 198, 286
Кузнецов И.О., 188
Курденкова А.В., 50, 53, 91, 119, 138
Курносова А.А., 219

Л

Лапина С.С., 70
Лапина Т.С., 98
Лещенко Т.А., 213
Логинова И.В., 122
Лутфуллина Г.Г., 76, 216
Люлинская Я.Л., 270

М

Малыхина М.М., 147
Маслий А.Н., 261
Матвеева В.И., 167
Мелешенкова В.В., 198, 286
Мещерякова О.Д., 73
Миролюбов Ю.Б., 76
Миролюбова Т.В., 219
Михайлова А.С., 70
Морозова И.И., 78
Морозова М.А., 223
Мухаметзянов Ш.Р., 105
Мязина А.И., 116

Н

Никиташина Д.В., 83
Никульников Ф.М., 227
Новиков А.Н., 38
Новиков В.И., 267
Новиков И.Е., 230
Носова Т.И., 234
Нуруллина Н.М., 261

О

Обыденова А.А., 239
Одинцова В.Г., 87
Осипова Л.И., 91

П

Переплетчиков К.О., 242
Петрова А.Р., 94
Печенина А.В., 98
Плеханова С.В., 14, 94, 113, 130
Попова А.Н., 194
Предеина О.А., 100
Пугачев В.М., 194, 249

Р

Рахматова Б.К., 109
Редина Л.В., 210, 219, 223
Романова Ю.С., 245
Ротов П.В., 125
Ручкина А.Г., 164, 167, 188
Рябов М.А., 257

С

Саерова К.В., 105
Сажнев Н.А., 175, 191
Саливан А.А., 245
Самиева Ш.Х., 109
Санина М.И., 138
Сафин Р.Р., 105
Селезнёв В.С., 201
Серова В.Н., 279
Скворцова Д.М., 113
Скрипин В.О., 73
Смирнова А.В., 116
Смульская М.А., 245
Совостьянов Н.Ю., 201
Суккари А.Р., 119

Т

Тимошина Ю.А., 43, 78, 208
Тихонова И.Н., 249
Тихонова Н.В., 78
Тихонова Т.В., 253
Токарева Е.А., 122
Треболина Ю.Н., 40
Труфанова Е.А., 253
Турсунов И.У., 257

У

Усманова Ю.Х., 261

Ф

Фатхутдинова А.А., 216
Федоров А.В., 234
Федотова А.В., 267
Филатов И.Ю., 245
Филиппов И.В., 125
Филиппова М.С., 130

Х

Хайруллина З.З., 270
Хайруллова Р.М., 276
Харлампиди Х.Э., 261
Хасанов А.И., 279
Ходанов Г.А., 135

Ч

Черникова Ю.В., 138
Черноусова Н.В., 161, 213, 239
Черных Ю.А., 140
Чернышева Г.М., 6, 61, 65, 100
Черунова И.В., 55
Чмутин И.А., 219, 267
Чурсин В.И., 157, 178, 230

Ш

Шакир И.В., 182
Шампарова Н.В., 143
Шаповалова И.А., 282
Шарифуллин Ф.С., 23
Шафрай А.В., 87
Шукуров Р.О., 286

Научное издание

Всероссийская научная конференция молодых исследователей
с международным участием
«Инновационное развитие техники и технологий в
промышленности (ИНТЕКС-2021)»

Часть 2

В авторской редакции
Издательство не несет ответственности за опубликованные материалы.
Все материалы отображают персональную позицию авторов.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Подписано в печать 10.04.21 Формат бумаги 60х84/16
Усл.печ.л.____Тираж 30 экз. Заказ № 56-Нц/21

Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина
115035, Москва, ул. Садовническая, 33, стр.1
тел./ факс: (495) 955-35-88
e-mail: riomgudt@mail.ru
Отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина