

С.А. Сырбу, А.Х. Салихова

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России;
e-mail: syrbye@yandex.ru)

РЕЦЕПТУРА НОВОГО ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ИНТЕРЬЕРНЫХ ТКАНЕЙ

Предлагается рецептура огнезащитного состава для текстильных материалов из полиэфирного волокна, используемых для оформления интерьеров помещений. Способ огнезащитной обработки тканей из полиэфирного волокна основан на создании композиций, в состав которых включены коммерческие препараты "Пробан СС", "Пироватекс".

Ключевые слова: огнезащитный состав, испытание образцов ткани, скорость распространения пламени.

S.A. Syrbue, A.H. Salikhova

RECIPE OF A NEW FLAME RETARDANT FOR INTERIOR FABRICS

Proposed formula for flame retardant textiles made of polyester fiber, used for interior decoration of interiors. A method of processing fire retardant fabrics made of polyester fibers based on creating compositions, which includes commercial preparations "Proban CC", "Pirovateks".

Key words: flame retardant, test samples of tissue, flame propagation velocity.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 25 ноября 2016 г.

Резко возросшие в последние годы требования к огнезащищенности текстильных материалов, применяемых для отделки помещений общественных зданий, гостиниц, стадионов, железнодорожных вагонов, самолетов, судов, спецодежды, спортивной атрибутики, театральных декораций, должны привести к увеличению количества обрабатываемых соответствующим образом объектов [1].

Результаты исследований статистических данных по вопросам пожарной безопасности жилищного фонда показали, что по объектам основная доля пожаров (70-75 %), гибели людей при пожарах (85-93 %) и потерь от них (40-45 %) приходится на жилой сектор. Во многом это явление обусловлено тем, что важным элементом текстильного оформления интерьера являются чехлы на мебель, покрывала и всевозможные подушки. Эти декоративные элементы могут как дополнять интерьер, так и служить акцентом, изменяющим внешний вид помещения.

Статистические данные говорят о том, что причины возникновения пожара варьируются в зависимости от места его возникновения. На примере города Иваново авторами разработано двумерное распределение фатальных пожаров по причинам и местам возникновения, представленное в табл. 1.

**Распределение фатальных пожаров в жилых зданиях
по причинам и местам возникновения (в % от общего числа пожаров)**

Причины Место пожара	Курение и неосторожное обращение с огнём	Электро- и бытовые приборы	Прочие	Всего
Жилая комната	36,34	35,57	3,25	75,16
Кухня	4,07	6,04	1,41	11,52
Веранда	3,04	1,5	0	4,54
Коридор	2,67	2	1,16	5,83
Балкон	1,76	0	0	1,76
Пристройка к зданию	0	0	0,52	0,52
Чердак и подвал	0	0,36	0	0,36
Лестничная клетка	0,27	0	0	0,27
Прочие помещения	0,04	0	0	0,04
Всего	48,19	45,47	6,34	100

Как видно из таблицы, наиболее частое место пожара в квартире, в котором возникает пожар, – это жилая комната, в интерьере которых сосредоточена наибольшая пожарная нагрузка из текстильных материалов [2].

Для дизайна современных интерьеров чаще всего используются различные синтетические ткани ввиду их низкой стоимости, по сравнению с натуральными тканями. В работе [3] предлагается рецептура огнезащиты ткани из полиэфирного волокна – полиэстера.

Задачами проведённого авторами исследования являются:

- подбор составов огнезащитных композиций;
- разработка методик нанесения огнезащитных композиций;
- исследование горючести обработанных образцов ткани.

Достоинства полиэстера – незначительная сминаемость, отличная свето- и атмосферостойкость, высокая прочность, хорошая стойкость к истиранию и к органическим растворителям; недостатки – трудность крашения, сильная электризуемость, жёсткость – устраняется химическим модифицированием.

В работе [3] предложены антипирлирующие составы на основе коммерческих препаратов "Пробан СС" и "Пироватекс". Концентрация обоих препаратов составила 400 г/л воды. В огнезащитные композиции на основе "Пробана СС" были добавлены "Ковелос" и Тефлон (соответственно по 1 масс. %). В огнезащитную композицию на основе "Пироватекса" был добавлен Тефлон (соответственно по 1 масс. %).

Перед нанесением огнезащитных композиций образцы тканей, заранее подготовленные для нанесения на них огнезащитных составов размерами 21×17 мм, в течение 72 часов выдерживали в воде, меняя её каждые 24 часа, высушивали, обрабатывали горячим паром.

Далее образцы тканей помещали в растворы антипирлирующих составов и выдерживали в течение 30 мин. в ультразвуковой ванне, нагревая до температуры 65 °С. После чего образцы отжимали и подвергали термофиксации при температуре 150 °С в течение 15 мин. Закрепление препарата на образцах ткани, обработанных огнезащитными составами на основе препаратов "Пробан

СС" с диоксидом кремния и "Пробан СС" с Тефлоном, проводили путём обработки 10 %-м раствором 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане. После обработки образцы сушили на воздухе.

Состав № 1 – Раствор "Пробана СС":

- 400 г препарата "Пробан СС";
- 1000 г H₂O.

Состав № 2 – Раствор "Пробана СС" с добавлением 1 масс. % "Ковелоса" (диоксида кремния) и с последующим закреплением путём обработки 10 %-м раствором 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане:

- 400 г препарата "Пробан СС";
- 1000 г H₂O;
- 1 масс. % от массы раствора порошка Ковелоса.

Состав № 3 – Раствор "Пробана СС" с добавлением 1 масс. % Тефлона с последующим закреплением путём обработки 10 %-м раствором 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане:

- 400 г препарата "Пробан СС";
- 1000 г H₂O;
- 1 масс. % от массы раствора порошка Тефлона.

Состав № 4 – Раствор "Пироватекса":

- 400 г препарата "Пироватекс";
- 1000 г H₂O.

Состав № 5 – Раствор "Пироватекса" с добавлением 1 масс. % Тефлона:

- 400 г препарата "Пироватекс";
- 1000 г H₂O;
- 1 масс. % от массы раствора порошка Тефлона.

Образцы тканей, заранее подготовленные для нанесения на них огнезащитных составов размерами 21×7 мм, помещали в растворы антипирюющих препаратов и выдерживали в течение 30 мин. в ультразвуковой ванне, нагретой до температуры 65 °С. После чего образцы отжимали и подвергали термофиксации при температуре 150 °С в течение 15 мин.

Далее огнезащитные составы на основе "Пробана СС" с диоксидом кремния и "Пробана СС" с Тефлоном закрепляли на поверхности ткани путём обработки 10 %-м раствором 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане. После обработки образцы сушили на воздухе.

Испытания образцов ткани для исследования пожароопасных свойств проводились в соответствии с методиками, указанными в ГОСТ Р 50810-95 [4] и ГОСТ 21793-76 [5].

Следует отметить несколько особенностей обработки полиэстера разработанными составами. Частицы Ковелоса имели хорошую смачиваемость и были равномерно распределены по объёму огнезащитного состава. Частицы Тефлона имели низкую смачиваемость и в процессе обработки образцов ткани находились на поверхности обрабатываемого раствора. В табл. 2 приведены характеристики образцов ткани после обработки огнезащитным составом на основе "Пробана СС", в табл. 3 – характеристики образцов ткани после обработки огнезащитным составом на основе "Пироватекса".

Таблица 2

Характеристики образцов полиэстера после обработки огнезащитными составами на основе "Пробана СС"

№ состава	Начальная поверхностная плотность ткани, г/м ²	Полиэстер			
		Абсолютный привес, г	Привес, г/г	Привес, г/г	Привес, %
1	180,8	1,24	0,19	34,75	16,15
2	183,7	1,15	0,18	32,60	14,90
3	183,1	1,79	0,27	50,20	22,20

Таблица 3

Характеристики образцов полиэстера после обработки огнезащитными составами на основе "Пироватекса"

№ состава	Начальная поверхностная плотность ткани, г/м ²	Полиэстер			
		Абсолютный привес, г	Привес, г/г	Привес, г/г	Привес, %
4	181,00	1,23	0,19	34,50	16,10
5	181,10	1,69	0,27	47,40	20,80

Анализ данных таблиц показывает, что образцы полиэстера, обработанные составами, содержащими Тефлон, имеют большие значения привеса.

Как видно из табл. 2 и 3, обработка всеми пятью предлагаемыми составами приводит к относительному привесу испытуемых образцов ткани от 15 до 22 %. Следует отметить, что это мало отражается на грифе жёсткости ткани, а, следовательно, не мешает дальнейшему пошиву изделий.

Испытания образцов проводились в соответствии с ГОСТ Р 50810-95 [4], затем производили оценку их огнезащитных свойств.

Согласно ГОСТ Р 50810-95, ткань (нетканое полотно) классифицируется как легковоспламеняемая, если при испытаниях выполняются следующие условия:

- время остаточного пламенного горения – более 5 с у любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности;
- прогорание образца до одной из его кромок у любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности;
- загорание хлопчатобумажной ваты под любым из испытанных образцов;
- поверхностная вспышка у любого из образцов, распространяющаяся более чем на 100 мм от точки зажигания с поверхности или кромки;
- средняя длина обугливающегося участка более 150 мм наблюдается у любого из образцов, испытанных при воздействии пламени с поверхности или кромки.

Если из 5 образцов, вырезанных в направлении основы (по длине) или утка (по ширине), одному или более из вышеуказанных требований удовлетворяет только один, то проводят повторное испытание на 5 образцах. Если и повторно подтверждены полученные результаты, то материал классифицируется как легковоспламеняемый.

Если при испытаниях ткани (нетканого полотна) не соблюдаются указанные условия, то материал классифицируют как трудновоспламеняемый.

Результаты испытаний показали следующее. Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе "Пробана СС", соответствовали требованиям ГОСТ Р 50810-95 [4]. При воздействии источника зажигания образцы плавилась, но после удаления источника зажигания плавление прекращалось. Остаточного горения не обнаружено. Высота оплавленного участка образца по основе составила 8 см, по утку – 11,5 см. Образцы, обработанные огнезащитным составом на основе "Пробана СС", в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95 [4] классифицируются как трудновоспламеняемые.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе "Пробана СС" с диоксидом кремния, не соответствовали требованиям ГОСТ Р 50810-95 [4]. При воздействии источника зажигания образцы загорелись, после удаления источника зажигания образцы продолжали гореть и время остаточного горения образца по основе составило 31,2 с, по утку – 31,5 с. Высота оплавленного участка образца по основе составила 15 см, по утку – 15,5 см. Образцы, обработанные раствором "Пробана СС" с диоксидом кремния, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95 [4] классифицируются как легковоспламеняемые.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе "Пробана СС" с Тефлоном, не соответствовали требованиям ГОСТ Р 50810-95 [4]. При воздействии источника зажигания образцы загорелись, после удаления источника зажигания образцы продолжали гореть и время остаточного горения образца по основе составило 25,2 с, по утку – 27,5 с. Высота оплавленного участка образца по основе составила 15,1 см, по утку – 15,7 см. Также произошло прогорание образцов до нижней кромки. Образцы, обработанные раствором "Пробана СС" с Тефлоном, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95 [4] классифицируются как легковоспламеняемые.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе "Пироватекса", соответствовали требованиям ГОСТ Р 50810-95 [4]. При воздействии источника зажигания образцы плавилась, но после удаления источника зажигания плавление прекращалось. Остаточного горения не обнаружено. Высота оплавленного участка образца по основе составила 8 см, по утку – 8,5 см. Образцы, обработанные огнезащитным составом на основе "Пироватекса" в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95 [4] классифицируются как трудновоспламеняемые.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе "Пироватекса" с Тефлоном, соответствовали требованиям ГОСТ Р 50810-95 [4]. При воздействии источника зажигания образцы плавилась, но после удаления источника зажигания плавление прекращалось. Остаточного горения не обнаружено. Высота оплавленного участка образца по основе составила 9 см, по утку – 10,5 см. Образцы, обработанные огнезащитным составом на основе "Пироватекса" с Тефлоном, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95 [4] классифицируются как трудновоспламеняемые.

В следующей части работы были определены значения кислородного индекса и скорости распространения пламени для образцов полиэстера, обработанных огнезащитными составами (табл. 4-8).

Таблица 4

Результаты определения кислородного индекса образцов полиэстера, обработанного огнезащитными составами на основе "Пробана СС"

№ образца	Кислородный индекс, %	Потеря массы, %	Скорость распространения пламени, мм/с	Соответствие требованиям ГОСТ
1	21	4,6	0,89	Не соответствует
2	22	10,1	0,94	Не соответствует
3	23	14,9	1,02	Не соответствует

Следует отметить, что образцы полиэстера № 1 и № 2 плавилась при воздействии источника зажигания, а после его извлечения плавление прекращалось. Образец под № 3 при воздействии источника зажигания горел и при извлечении источника зажигания горение продолжалось в течение 13 с.

Таблица 5

Результаты определения кислородного индекса образцов полиэстера, обработанного огнезащитными составами на основе "Пробана СС" с диоксидом кремния

№ образцов	Кислородный индекс, %	Потеря массы, %	Скорость распространения пламени, мм/с	Соответствие требованиям ГОСТ
1	19	11,2	0,72	Не соответствует
2	21	15,0	0,83	Не соответствует
3	22	22,6	0,92	Не соответствует

Следует отметить, что образец полиэстера № 1 плавился при воздействии источника зажигания, а после его извлечения плавление прекращалось. Образец полиэстера № 2 плавился при воздействии источника зажигания и после его извлечения плавление продолжалось в течение 4 с. Образец № 3 при воздействии источника зажигания горел и при извлечении источника зажигания горение продолжалось в течение 14 с.

Таблица 6

Результаты определения кислородного индекса образцов полиэстера, обработанного огнезащитными составами на основе "Пробана СС" с Тефлоном

№ образцов	Кислородный индекс, %	Потеря массы, %	Скорость распространения пламени, мм/с	Соответствие требованиям ГОСТ
1	19	8,9	1,00	Не соответствует
2	21	14,4	1,61	Не соответствует
3	22	10,8	1,67	Не соответствует

Следует отметить, что образцы полиэстера № 1 и № 2 плавилась при воздействии источника зажигания, а после его извлечения плавление прекращалось. Образец № 3 при воздействии источника зажигания горел и при извлечении источника зажигания горение продолжалось в течение 3 с.

Результаты определения кислородного индекса образцов полиэстера, обработанного огнезащитными составами на основе "Пироватекса"

№ образцов	Кислородный индекс, %	Потеря массы, %	Скорость распространения пламени, мм/с	Соответствие требованиям ГОСТ
1	21	3,61	1,11	Не соответствует
2	23	2,23	1,28	Соответствует
3	26	3,33	1,33	Соответствует

Следует отметить, что образцы полиэстера № 1 и № 2 плавилась при воздействии источника зажигания, а после его извлечения плавление прекращалось. Образец № 3 при воздействии источника зажигания горел и при извлечении источника зажигания горение продолжалось в течение 2 с.

Таблица 8

Результаты определения кислородного индекса образцов полиэстера, обработанного огнезащитными составами на основе "Пироватекса" с Тефлоном

№ образцов	Кислородный индекс, %	Потеря массы, %	Скорость распространения пламени, мм/с	Соответствие требованиям ГОСТ
1	21	5,76	0,83	Не соответствует
2	24	6,83	0,94	Не соответствует
3	26	11,67	1,11	Не соответствует

Следует отметить, что образцы полиэстера № 1 и № 2 плавилась при воздействии источника зажигания, а после его извлечения плавление прекращалось. Образец № 3 при воздействии источника зажигания горел и при извлечении источника зажигания горение продолжалось в течение 4 с.

Таким образом, анализ таблиц 4-8 показывает, что композиции на основе "Пироватекса" обладают более высокой огнезащитной способностью, по сравнению с композициями на основе "Пробана СС", поскольку кислородный индекс, при котором обработанные образцы полиэстера горят, а не плавятся, для них выше.

Анализ данных табл. 4-8 и рис. 1-5 показывает, что с ростом кислородного индекса увеличивается и скорость распространения пламени.

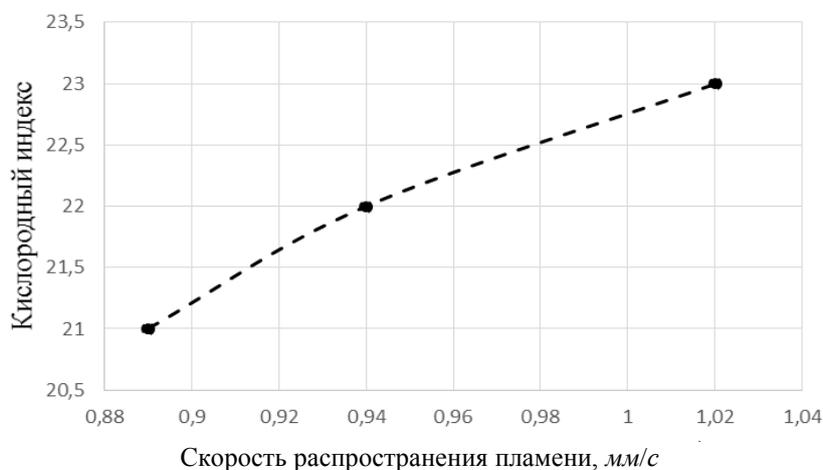


Рис. 1. Зависимость скорости распространения пламени от кислородного индекса для образцов полиэстера, обработанного огнезащитным составом на основе "Пробана СС"

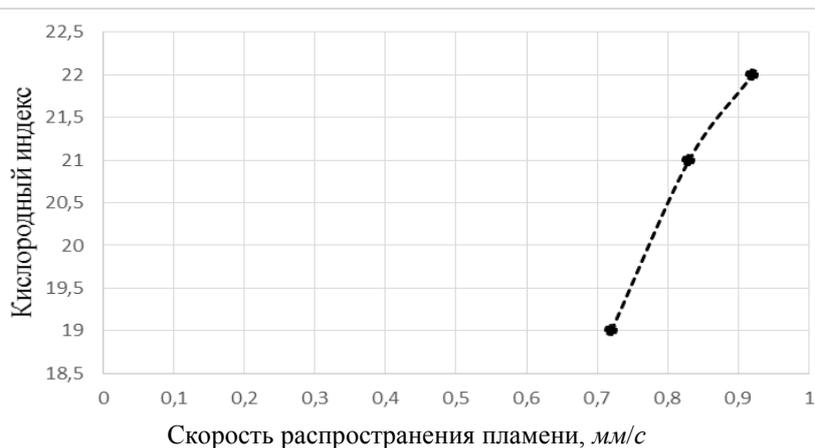


Рис. 2. Зависимость скорости распространения пламени от кислородного индекса для образцов полиэстера, обработанного огнезащитным составом на основе "Пробана СС" с диоксидом кремния

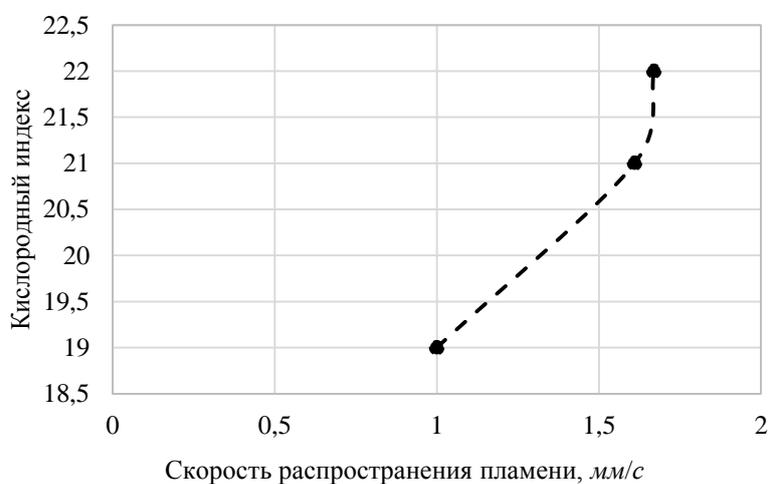


Рис. 3. Зависимость скорости распространения пламени от кислородного индекса для образцов полиэстера, обработанного огнезащитным составом на основе "Пробана СС" с Тефлоном

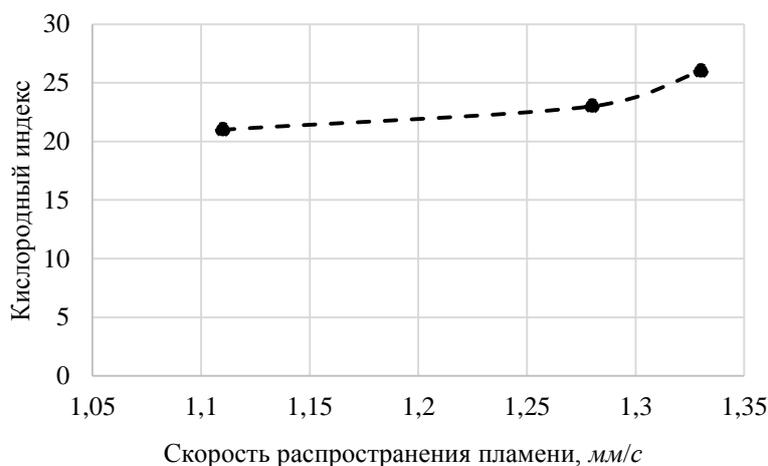


Рис. 4. Зависимость скорости распространения пламени от кислородного индекса для образцов полиэстера, обработанного огнезащитным составом на основе "Пироватекса"

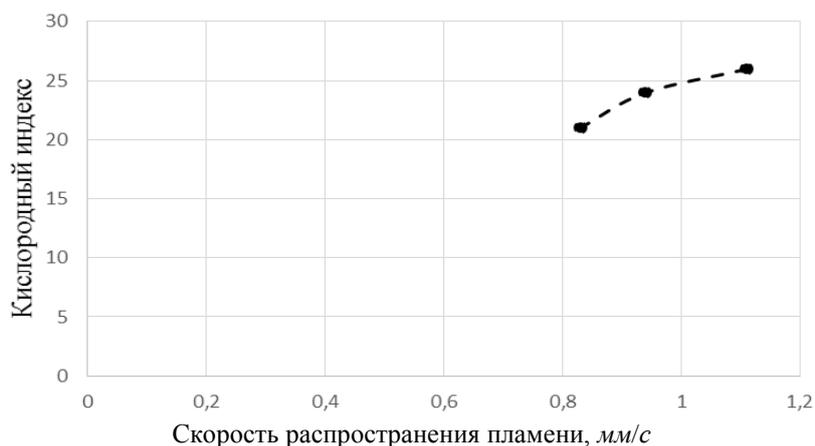


Рис. 5. Зависимость скорости распространения пламени от кислородного индекса для образцов полиэстера, обработанного огнезащитным составом на основе "Пироватекса" с Тефлоном

Наименьшие скорости распространения пламени наблюдались на образцах полиэстера, обработанных огнезащитными составами на основе "Пробана СС" с диоксидом кремния. Наибольшие скорости распространения пламени наблюдались на образцах полиэстера, обработанных огнезащитными составами на основе "Пробана СС" с Тефлоном.

Исходя из вышесказанного, для практического использования в качестве антипиряющих можно рекомендовать композиции на основе "Пироватекса" с Тефлоном.

Литература

1. http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT_ID=1620.
2. **Самойлов Д.Б., Салихова А.Х., Михалин В.Н. и др.** Разработка рекомендаций по управлению пожарной безопасностью жилого сектора города Иваново // Сб. матер. XI междунар. науч.-практ. конф. "Пожарная и аварийная безопасность". Иваново: ИвПСА ГПС МЧС России. С. 151-155.
3. **Сырбу С.А., Бурмистров В.А., Самойлов Д.Б., Салихова А.Х.** Разработка огнезащитных составов для текстильных материалов // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (39). 2011. 7 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. **ГОСТ Р 50810-95.** Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация.
5. **ГОСТ 21793-76.** Пластмассы. Метод определения кислородного индекса (утв. постановлением Госстандарта СССР от 5 мая 1976 г. № 1055) (с изм. и доп.).