



УДК 678.6/.7; 544
ББК 35

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ВОЛОКОН

Г.К. Лобачева, Т.А. Мищенко, Т.Ю. Клопова,
О.П. Чадов, И.Ж. Гучанова, А.И. Филиппова

В работе представлены способы получения полиуретанов с помощью инновационных нанотехнологий. Испытаны полиуретановые волокна на погодостойчивость, прочностные характеристики, вязкость растворов при получении волокон, светостойкость, целый ряд стабилизаторов немецкого, швейцарского и японского производства.

Ключевые слова: Спандекс, Сумилайзер, Тинувин-234, Цианокс-1790, Антиоксидант-44В25, Lowinox, Тинувин-328, инновационные нанотехнологии.

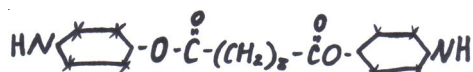
Год за годом расширяются области применения полимерных материалов и усложняются требования, предъявляемые к условиям их переработки и эксплуатации. Весьма актуальной является задача продления срока службы полимерных материалов, поскольку при переработке и эксплуатации они подвергаются различным воздействиям, приводящим к ухудшению их свойств и в конечном итоге к разрушению. Поэтому в последние годы чрезвычайно возрос интерес к процессам старения полимеров. Изучение механизма старения под влиянием различных факторов (тепло, кислород, свет, механические нагрузки, влага и др.) является одной из важнейших задач науки о полимерах, решение которой позволит обоснованно подойти к выбору стабилизаторов и наметить пути эффективной защиты полимерных материалов. Этому важному вопросу – стабилизации полимеров – и посвящена данная статья. Статья содержит практические рекомендации по применению стабилизаторов для полиуретановых волокон.

На ПО «Химволокно» поступили два образца (по 0,5 кг) стабилизаторов полимерных материалов производства швейцарской фирмы

«Сиб-Гейги-АГ»: Тинувин-770Д (TV-770Д) и Цианокс-1790 (СУА-1790) для производства полиуретановой нити Спандекс.

Тинувин-770Д принадлежит к классу аминозадерживающих легких стабилизаторов. Это белые до желтого кристаллические гранулы.

Химическая формула:

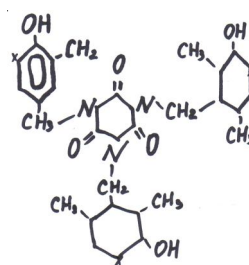


Физические свойства:

- температура плавления – 81–85 °С;
- температура разложения – 220 °С;
- плотность – 1,05 г/см³;
- температура воспламенения – 150 °С;
- растворимость – растворяется в ацетоне, бензоле, хлороформе, гексане, метаноле, митиленхлориде.

Цианокс-1790 – противоокислитель, порошок белого цвета.

Химическая формула:



трис (4-т-бутил-3-гидрокси-2,6-диметилбензил)-S-триозин-2,4,6-/1Н, 3Н, 5Н/-трион.

Физические свойства:

- точка плавления – 145–155 °С;
- плотность – 1,1 г/см³;
- температура вспышки – 200 °С;
- растворимость – растворим в стироле, толуоле, метилэтилкетоне, незначительно в этаноле (4,6 г), в воде не растворим.

Цианокс-1790 обладает важными свойствами:

- защищает полимер от разрушения при высокотемпературных операциях;
- обладает хорошей сопротивляемостью к экстракции горячей водой и моющими средствами.

Цианокс-1790 особенно эффективен при низких концентрациях от 0,02 до 0,10 от веса полимера, для полиуретана фирмой рекомендована концентрация 0,5 %. При нагревании Цианокса-1790 в воздухе до температуры 275 °С со скоростью 10 °С в минуту теряется 0,1 % (весовых).

В ЦЮ были проведены лабораторные испытания Тинувина-770Д и Цианокса-1790 в качестве свето- и термостабилизаторов для полиуретанового прядильного раствора.

Показатели качества Тинувина-770Д и Цианокса-1790 приведены в таблице 1 в сравнении с японскими стабилизаторами Тинувином-328 и Сумилайзером.

Тинувин-770Д по коэффициенту светопропускания лучше, чем японский Тинувин-328, а Цианокс-1790 имеет более низкую температуру плавления (155 °С), чем Сумилайзер, и низкий коэффициент светопропускания при длине волны 440 нм (53 %), что свидетельствует о наличии примесей в продукте.

Проведена серия пробных испытаний реакций полимеризации с Тинувином-770Д и Цианоксом-1790 по существующей методике с введением стабилизаторов по обычной схеме в дифенилметандиизоцианат, при раство-

рении форполимера и в полимер после роста вязкости. Концентрация стабилизаторов 0,25–0,1 %. Из прядильного раствора были изготовлены пластинки для испытания на погодоустойчивость путем облучения ультрафиолетовыми лучами на установке «Федометр» при температуре 68 °С в течение 40 часов. Степень погодоустойчивости оценивалась по изменению цвета образцов по 7-балльной шкале. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Из приведенных данных видно, что при загрузке TV-770Д в дифенилметандиизоцианат в количестве (0,5–1 %) происходит гелеобразование реакционной массы при дозировке удлинителя цепи – диаминопропана.

При уменьшении концентрации TV-770Д до 0,25 % гелеобразования не наблюдается, но вязкость прядильного раствора высокая 3 000 пуаз. При подаче Тинувина-770Д в виде 5-процентного раствора в диметилформамиде на стадии растворения форполимера не растет вязкость прядильного раствора: 600–900 пуаз.

При дозировке Тинувина-770Д в полимер после роста вязкости никаких отклонений в процессе не наблюдалось.

Цианокс-1790 можно добавлять в реакционную массу на любой стадии процесса – в дифенилметандиизоцианат, при растворении форполимера в виде 5-процентного раствора в ДМФ и в полимер после роста вязкости.

Испытание образцов на погодоустойчивость показало:

- Тинувин-770Д работает как стабилизатор только в паре с термостабилизатором даже при концентрации в прядильном растворе 1 %;
- по сравнению с японским Тинувином-328 Тинувин-770Д менее эффективен, но лучше, чем Беназол-328.

Таблица 1

Характеристика стабилизаторов

№ п/п	Наименование определяемых показателей	Тинувин-328 японский	Сумилайзер	Тинувин-770Д	Цианокс-1790
1	Температура плавления 0 °С	80–83	209	81	155
2	Коэффициент светопропускания				
	440 нм	88	не норм.	98,56	53,75
	500 нм	93	не норм.	99,35	92,71
3	Массовая доля летучих веществ, % не более	0,2	0,2	–	–

Результаты испытаний Тинувина-770Д и Цианокса-1790
в качестве стабилизаторов полиуретанового раствора

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Характеристика форполимера	Пробный лабораторный синтез					Вязкость прядил рас-ра, пуаз	Прядимость	Остаток ДАП, мл
					Гелеобразование на разных стадиях							
					I	II	III	IV	V			
1	Тинувин-328 Сумилайзер	1,0	в ДМИ	светлый, прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 125	хор.	0
2	Без добавок	–	–	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 350	–	1,5
3	TV-770Д Цианокс-1790	1,0	в ДМИ	очень вязкий с желтым оттенком	гель	гель	гель	–	–	–	–	15
4	Цианокс-1790 TV-770Д	0,5	в ДМИ	–	гель	гель	гель	–	–	–	–	10,8
5	TV-770Д Цианокс-1790	0,25	в ДМИ	–	н/г	н/г	гель	н/г	н/г	3 000	хор.	5,0
6	TV-770Д	1,0	в ДМИ	светлый, прозрачный	гель	гель	гель	–	–	–	–	16
7	Цианокс-1790	1,0	в ДМИ	прозрачный с желтым оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 050	хор.	0
8	Цианокс-1790	0,5	в ДМИ	прозрачный, светлый	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	950	хор.	3,0
9	Цианокс-1790 TV-770Д	0,25	в ДМИ	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 550	–	2,4
10	Цианокс-1790	1,0	при растворении форполимера в ДМИ	прозрачный с желтоватым оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	990	–	2,8
11	TV-770Д Цианокс-1790	1,0	после роста вязкости	светлый, прозрачный	–	н/г	н/г	н/г	н/г	1 450	–	3,4
12	TV-328 Цианокс-1790	1,0	в ДМИ	прозрачный с желтым оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 300	хор.	15
13	TV-328 Цианокс-1790	0,25	в ДМИ	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 050	–	16

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Характеристика форполимера	Пробный лабораторный синтез					Вязкость прядил. рас-ра, пауз	Прямодность	Остаток ДАП, мл
					Гелеобразование на разных стадиях							
					I	II	III	IV	V			
14	Беназол-328 Цианокс-1790	1,0	в ДМИ	прозрачный с желтоватым оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 525	хор.	0
15	TV-770Д Цианокс-1790	0,5	при растворении форполимера	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	–	0
16	TV-770Д Цианокс-1790	0,25	при растворении форполимера в ДМИ	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 050	хор.	0
17	TV-770Д	1,0	после роста вязкости	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 200	–	2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Виды стабилизаторов	Результаты облучения при температуре 63+5 °С				
		Исходная цветность, балл	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
1	Тинувин-328 Сумилайзер	6	6	6	6	6
2	Без добавок	6	4	2	2	1
3	TV-770Д Цианокс-1790	–	–	–	–	–
4	Цианокс-1790 TV-770Д	–	–	–	–	–
5	TV-770Д Цианокс-1790	6	6	6	6	5
6	TV-770Д	–	–	–	–	–
7	Цианокс-1790	6	6	5	5	4
8	Цианокс-1790	6	6	6	6	5
9	Цианокс-1790 TV-770Д	6	6	6	6	4,5
10	Цианокс-1790	5,5	5	5	5	5
11	TV-770Д Цианокс-1790	6	6	6	6	5
12	TV-328 Цианокс-1790	6	6	6	6	5,5
13	TV-328 Цианокс-1790	6	6	6	5,5	5

№ п/п	Виды стабилизаторов	Результаты облучения при температуре – 63±5° С				
		Исходная цветность, балл	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
14	Беназол-328 Цианокс-1790	5,5	5	5	5	5
15	TV-770Д Цианокс-1790	6	5,5	5,5	5,5	5
16	TV-770Д Цианокс-1790	6	6	6	6	5,5

Цианокс-1790 прошел испытания, но его также необходимо использовать совместно со светостабилизатором, в отличие от Сумилайзера.

Таким образом, можно сделать выводы по данному разделу. Они заключаются в следующем:

1. В лабораторных условиях проведено испытание стабилизаторов полиуретанового раствора Тинувина-770Д и Цианокса-1790 производства швейцарской фирмы «Сибя-Гейги-АГ».

2. Тинувин-770Д по физическим характеристикам близок к японскому Тинувину-328.

3. Цианокс-1790 имеет низкую температуру плавления по сравнению с Сумилайзером (155 °С) и маленький коэффициент светопропускания (54 %).

4. Тинувин-770Д и Цианокс-1790 выдержали испытание на погодостойчивость, однако по сравнению с японским Тинuviном-328 и Сумилайзером они менее эффективны.

5. Тинувин-770Д и Цианокс-1790 работают как стабилизаторы только в паре со вторым компонентом, при индивидуальной дозировке образцы полиуретанового раствора не выдерживают испытания на погодостойчивость.

6. Дозировку Тинувина-770Д в реакционную массу можно проводить только после роста вязкости прядильного раствора, при загрузке в дифенилметандиизоцианат происходит значительное гелеобразование, при подаче на стадии растворения форполимера нет роста вязкости прядильного раствора.

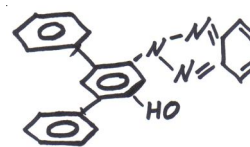
7. Рекомендуем в производственных условиях провести испытания Цианокса-1790.

Также были продолжены испытания ультрафиолетовых абсорберов Тинувин-234 и Тинувин-571.

На АО «Волжское химволокно» поступили два образца ультрафиолетовых абсорберов производства швейцарской фирмы «Сибя-Гейги-АГ» Тинувин-234 и Тинувин-571.

Тинувин-234/TV-234 принадлежит к классу производных бензотриазола. Это желтоватый кристаллический порошок.

Химическая формула:



Физические свойства:

- температура размягчения 135–145 °С;
- растворимость – хорошо растворяется в бензоле, метилхлориде, хлороформе; плохо растворим в воде, метаноле. По данным лаборатории НИЛ «Спандекс», растворимость Тинувина-234 в диметилформамиде при температуре 25 °С – 4,1 г в 100 г.

Характерная особенность Тинувина-234 – низкая летучесть, что позволяет применять его в производствах, где может происходить потеря стабилизаторов во время переработки.

Потери веса Тинувина-234 при температуре 200 °С составляют – 0,1 %.

Тинувин-234 имеет более высокую температуру плавления (139 °С), чем Тинувин-328 (83 °С).

Коэффициент светопропускания раствора Тинувина-234 в хлорбензоле при длине волны 440 и 500 нм составляет соответственно 93 и 96 %, что значительно превышает требования к качеству светостабилизатора (88 и 93 %).

Характеристику на Тинувин-571 фирма «Сибя-Гейги» не представила, в справочной литературе она также отсутствует.

Тинувин-571 – жидкий вязкий продукт желтого цвета, растворимость в диметилформамиде при температуре 25 °С.

Коэффициент светопропускания раствора Тинувин-571 в хлорбензоле выше, чем у Тинувина-328. Он равен:

- при $\lambda = 440$ нм – 89 %;
- при $\lambda = 500$ нм – 97,8 % (см. табл. 3).

Спектры Тинувина-328 и Тинувина-234 идентичны. Максимальный всплеск оптической плотности наблюдается при длине волны 300–305 нм и 340 нм, причем интенсивность поглощения у Тинувина-328 выше, чем у Тинувина-234.

Спектр Тинувина-571 отличается от спектров Тинувина-328 и Тинувина-234. Он имеет три всплеска оптической плотности при длинах волн:

- 300–305 нм (так же, как у TV-328 и TV-234);
- 330 нм;
- 350 нм.

В лабораторных условиях было проведено испытание Тинувина-234 и Тинувина-571 в качестве светостабилизаторов полиуретанового прядильного раствора.

С Тинувином-234 и Тинувином-571 была проведена серия пробных полимеризаций по действующей методике. Стабилизаторы испытывались индивидуально и совместно с антиокислителями:

- Сумилайзер (ВВМ, ранее использовался в производстве полиуретановой нити спандекс);
- Цианокс-1790 (опытный образец швейцарской фирмы «Сибя-Гейги»);
- Антиоксидант-44В25 (производство Германии, используется в производстве в настоящее время);
- Ловинокс-44В25 (производство Германии).

Для определения оптимальной концентрации стабилизаторов были проведены пробные полимеризации с различным содержанием

свето- и термостабилизаторов. Стабилизаторы дозировались по обычной схеме в ДМИ. Из полученных прядильных растворов были сформированы пленки для испытания на погодоустойчивость. Испытания проводились на лабораторной установке «Федометр» путем ультрафиолетового облучения при температуре 63±5 °С в течение 40 часов. Степень погодоустойчивости образцов оценивалась по 7-балльной шкале. Результаты пробных лабораторных синтезов и испытаний на светостойкость приведены в таблицах 4, 5.

Из приведенных результатов видно, что Тинувин-234 индивидуально в качестве стабилизатора не работает. Степень погодоустойчивости образцов изменилась с 6 баллов до 3.

При совместном испытании TV-234 с антиоксидантами получились следующие результаты.

При дозировке Тинувина-234 с Сумилайзером при концентрации стабилизаторов в полимере 1 % образцы светостойки. После 40 часов ультрафиолетового облучения цвет образцов не изменился, также как при использовании Тинувина-328 с Сумилайзером.

По дозировке Тинувина-234 и Цианокса-1790 показатели погодоустойчивости полимера выше, чем при использовании Тинувина-328 и Цианокса-1790.

При концентрации Тинувина-234 и Цианокса-1790 1 % степень погодоустойчивости 5,9 балла. С уменьшением концентрации Тинувина-234 до 0,5 % степень погодоустойчивости уменьшается до 5,8 балла. Степень погодоустойчивости пленок с применением Тинувина-328 – 5,5 балла.

Тинувин-234 совместно с Антиоксидантом-44В25 дают более низкую степень погодоустойчивости (5,5 балла), чем Тинувин-328 и Антиоксидант-44В25 (5,9 балла).

При использовании Тинувина-234 совместно с Ловиноксом-44В25 образцы имеют

Таблица 3

Характеристика стабилизаторов

№ п/п	Наименование показателей	Тинувин-328 японский	Тинувин-234	Тинувин-571
1	Температура плавления, °С	80–83	139	жидкий
2	Коэффициент светопропускания, %			
	$\lambda = 440$ нм	88	93,2	89
	$\lambda = 500$ нм	93	96,1	97,8

Результаты испытаний Тинувина-234 фирмы «Сибя-Гейги» (Швейцария)

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Характеристика форполимера	Пробный лабораторный синтез							
					Гелеобразование на разных стадиях					Прядомость	Вязкость прядил. рас-ра, пуаз	Остаток ДАП, мл
					I	II	III	IV	V			
1	Без добавок	–	–	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 300	15
2	Тинувин-328 Сумилайзер	1	в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 225	5
3	Тинувин-571 Сумилайзер	1	в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 990	0
4	Тинувин-571	1	в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.		0
5	Тинувин-571 Цианокс-1790	1	в ДМИ	прозрачный с лимонным оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 050	0
6	Тинувин-571 Цианокс-1790	0,5	в ДМИ	прозрачный с лимонным оттенком	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 150	0
7	Тинувин-571 Цианокс-1790	0,25	в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 975	0
8	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	1	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 825	2
9	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	0,5	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 250	0
10	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	0,5	в ДМИ	незначительно мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 575	0
11	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	0,5 1	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 075	0
12	Тинувин-328 Антиоксидант-44В25	1	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 050	0
13	Тинувин-571 Ловинокс	1	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 975	1,6
14	Тинувин-571 Ловинокс	1 0,5	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 075	0
Результаты испытаний на светостойкость												
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность		10 часов	20 часов	30 часов	40 часов					
1	Без добавок	6		–	–	–	–					
2	Тинувин-328 Сумилайзер	6		6	6	6	6					

Результаты испытаний на светостойкость							
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов	Пленка
3	Тинувин-571 Сумилайзер	7	7	7	7	6,9	–
4	Тинувин-571	6	6	5,5	4,5	3	–
5	Тинувин-571 Цианокс-1790	6	5,8	5,8	5,8	5,8	–
6	Тинувин-571 Цианокс-1790	6	6	6	5,8	5,8	–
7	Тинувин-571 Цианокс-1790	6	6	5,9	5,9	5,5	–
8	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,9	–
9	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,8	–
10	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	6	6	6	5,9	5,8	–
11	Тинувин-571 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,9	–
12	Тинувин-328 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,9	–
13	Тинувин-571 Ловинокс	6	6	6	6	6	Матовая
14	Тинувин-571 Ловинокс	6	6	6	6	5,9	Матовая

Таблица 5

Результаты испытаний Тинувина-234 фирмы «Смба-Гейги» (Швейцария)

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Пробный лабораторный синтез								
				Характеристика форполимера	Гелеобразование на разных стадиях					Прядо-мость	Вяз-кость прядил. рас-ра, пуаз	Оста-ток ДАП, мл
					I	II	III	IV	V			
1	Без добавок	–	–	прозрач-ный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 300	15
2	Тинувин-328 Сумилайзер	1	в ДМИ	прозрач-ный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 225	5
3	Тинувин-234 Сумилайзер	1	–	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 500	5
4	Тинувин-234	1	–	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 025	0
5	Тинувин-234 Цианокс-1790	1	–	светло-лимон-ный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 500	3
6	Тинувин-234 Цианокс-1790	0,5	–	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 500	2
7	Тинувин-234 Цианокс-1790	0,25	–	прозрач-ный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	2 050	7
8	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	1	–	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	2 000	2

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Пробный лабораторный синтез								
				Характеристика форполимера	Гелеобразование на разных стадиях					Прядомость	Вязкость прядил. рас-ра, пуаз	Остаток ДАП, мл
					I	II	III	IV	V			
9	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	1 0,5	в ДМИ	незначительно мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 326	2
10	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	0,5	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 025	0
11	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	0,5 1	–	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 050	0
12	Тинувин-328 Антиоксидант-44В25	1	–	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	1 050	0
13	Тинувин-234 Ловинокс	1	–	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	–	950	4
14	Тинувин-234 Ловинокс	1 0,5	в ДМИ	незначительно мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хорошая	1 050	0
Результаты испытаний на светостойкость												
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов	Пленка					
1	Без добавок	6	3	–	–	–	–					
2	Тинувин-328 Сумилайзер	6	6	6	6	6	–					
3	Тинувин-234 Сумилайзер	6	6	6	6	6	–					
4	Тинувин-234	6	6	5	4,5	3	–					
5	Тинувин-234 Цианокс-1790	6	6	6	6	5,9	–					
6	Тинувин-234 Цианокс-1790	6	6	6	6	5,8	–					
7	Тинувин-234 Цианокс-1790	6	6	6	6	5,8	–					
8	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,5	–					
9	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,5	–					
10	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	6	6	6	5,8	5,5	–					
11	Тинувин-234 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,8	–					

Результаты испытаний на светостойкость							
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов	Пленка
12	Тинувин-328 Антиоксидант-44В25	6	6	6	6	5,9	–
13	Тинувин-234 Ловинокс	6	6	6	6	6	Матовая
14	Тинувин-234 Ловинокс	6	6	6	6	5,8	Матовая

степень погодоустойчивости выше (6 баллов), чем у образцов с Тинувин-328 и Ловинокс-44В25 – 5,9 балла.

Тинувин-571 с Антиоксидантом-44В25 (при концентрации 1 % работает так же, как и Тинувин-328. Степень погодоустойчивости после 40 часов облучения – 5,9 балла).

Уменьшение концентрации стабилизаторов до 0,5 % вызывает незначительное уменьшение степени погодоустойчивости до 5,8 балла.

Тинувин-571 с Ловинокс-44В25 при концентрации каждого стабилизатора по 1 % обеспечивает светостойкость образцов.

Выводы по данному разделу:

1. Проведены лабораторные испытания ультрафиолетовых стабилизаторов полиуретановых полимеров: Тинувина-234 и Тинувина-571 производства швейцарской фирмы «Сиб-Гейги».

2. Тинувин-234 и Тинувин-571 имеют, по сравнению с Тинувин-328, более высокий коэффициент светопропускания. Температура плавления Тинувина-234 (139 °С) значительно выше, чем Тинувина-328 (83 °С).

3. Тинувин-234 и Тинувин-571 при индивидуальном использовании в качестве светостабилизаторов не работают.

4. Тинувин-234 и Тинувин-571 совместно с антиокислителями позволяют получить погодоустойчивый полимер:

- с Сумилайзером, Цианоксом-1790, Ловиноксом-44В25 работают на уровне Тинувина-328;

- с Антиоксидантом-44В25 – хуже Тинувина-328.

5. Оптимальная концентрация Тинувина-234 и Тинувина-571 в полимере – 1,0 %.

6. Рекомендуем провести промышленное испытание Тинувина-234. Объем закупки про-

дукта – не более 20 кг на 5 партий прядильного раствора.

7. Промышленное испытание Тинувина-571 проводить не рекомендуем, так как Тинувин-571 – жидкий продукт, есть вероятность его работы как пластификатора, что отразится на физико-механических показателях нити.

В цехе «Спандекс» завода «Химволокно» проводилось испытание швейцарских стабилизаторов фирмы «Сиб-Гейги» Тинувина-234 и Цианокса-1790.

С указанными стабилизаторами получено 239 партий прядильного раствора (п. 1571–1770, п. 1–41). Расход стабилизаторов на одну партию прядильного раствора:

- Тинувин-234 – 1,95 кг (0,5 %);

- Цианокс-1790 – 1,95 кг (0,5 %).

Дозировку Тинувина-234 проводили по регламентной схеме – в ПТМЭГ, дозировку Цианокса-1790 – на втором растворении форполимера. Процесс получения прядильного раствора проходил без отклонений от требований технологического регламента. Все партии прядильного раствора по вязкости и показателю «фильтруемость» соответствовали норме. Концентрация полимера на некоторых партиях была целенаправленно снижена до 31,5 %.

Полиуретановый полимер, полученный с добавками Тинувина-234 и Цианокса-1790, выдерживает испытания на погодоустойчивость при облучении ультрафиолетовыми лучами на установке «Федометр». Цвет матированных пленок, изготовленных из прядильного раствора (п. 1574–1579 и поз. 2-101 А, В), за 40 часов облучения при $T = 65 \pm 5$ °С изменяется всего на 0,5 балла. Полиуретановая нить линейной плотности 2,2–93,5 текс также погодоустойчива (см. табл. 6). При облучении полиуретановой нити на установке «Фе-

дометр» в течении 40 часов не наблюдается изменения прочности нити (см. табл. 7).

Содержание низкомолекулярных соединений в полиуретановом полимере (поз. 2-101 А, В) составляет (см. табл. 8):

- экстракцией CCl_4 – 0,79 %;
- экстракцией изопропиловым спиртом – 1,70 %.

Содержание низкомолекулярных веществ в волокне с прядильных шахт:

- с CCl_4 – 1,02–1,44 %;
- с изопропиловым спиртом – 2,9–3,35 %.

То есть количество низкомолекулярных соединений увеличивается в процессе формирования нити на 0,23–0,65 % (с CCl_4) и на 1,2–1,65 % (с изопропиловым спиртом), что незначительно ниже, чем при использовании Тинувина-328 (0,75 %) и Ловинокса (0,75 %). При работе на серийных стабилизаторах повышение низкомолекулярных соединений происходит на:

- 0,5–0,63 % с CCl_4 ;
- 2,04–2,49 % с изопропиловым спиртом.

В период испытаний опытных стабилизаторов в течение 45 суток не обнаружено отрицательных моментов в работе участка рекуперации диметилформамида.

Подведем итоги по испытаниям:

1. Проведено промышленное испытание швейцарских стабилизаторов фирмы «Сибга-Гейги»: Тинувина-234, Цианокса-1790.

2. Получено 239 партий прядильного раствора с добавками опытных стабилизаторов на одну партию по:

- Тинувина-234 – 1,95 кг (0,5 %);
- Цианокса-1790 – 1,95 кг (0,5 %).

3. Полиуретановая нить, сформованная из полимера, содержащего Тинувин-234 и Цианокс-1790 в количестве по 0,5 %, выдерживает испытания на погодоустойчивость на установке «Федометр» при температуре $65 + 5$ °С.

4. В период испытаний (45 суток) не наблюдалось увеличения количества отложений на стадии рекуперации диметилформамида.

5. Опытные партии полиуретановой нити с Тинувином-234 и Цианоксом-1790 отправлены на переработку потребителю. Считаем, что Тинувин-234 и Цианокс-1790 можно серийно использовать в производстве.

Были испытаны полиуретановые нити в различном соотношении Тинувина-328 и Лови-

нокса-14В25. Свойства исследованных стабилизаторов представлены в таблице 9.

При совместном использовании Тинувина-328 и Ловинокса-44В25 в количестве 1 % каждого (3,9 кг на партию) образцы выдерживают испытания на погодоустойчивость. При добавлении только Ловинокса в количестве 1 % цветность изменяется с 6 до 3 баллов: образцы не выдерживают испытания (см. табл. 10).

Увеличение количества стабилизатора до 2 % незначительно замедляет процесс старения под действием ультрафиолетовых лучей, но полностью его не исключает: цветность образцов измеряется от 6 до 4,5 балла.

По сравнению с ВВМ «Сумилайзер» Ловинокс менее эффективен, так как цвет образца с одним ВВМ в количестве 1 % за 40 часов испытаний изменился всего с 6 до 5,5 балла.

Уменьшение количества Ловинокса до 0,5–0,75 % (при содержании Тинувина-328 – 1 %) не оказывает отрицательного влияния на светостойкость образцов при ультрафиолетовом облучении (см. табл. 11).

При использовании Ловинокса наблюдался рост вязкости прядильного раствора в процессе хранения. Наиболее интенсивно это происходит по дозировке Ловинокса по обычной схеме введения его в исходное сырье. При загрузке Ловинокса на стадии второго растворения форполимера рост вязкости замедляется. В таблице 12 представлены результаты замера вязкости прядильного раствора, полученного с различными добавками стабилизаторов, при хранении. При наличии в прядильном растворе только Тинувина-328 вязкость прядильного раствора возрастает за сутки на 250 пуаз. При дозировке Тинувина-328 и Ловинокса по 1 % вязкость прядильного раствора увеличивается на 1 275 пуаз. При уменьшении добавки Ловинокса до 0,75 % рост вязкости – на 725 пуаз.

Из полученных результатов видно, что при совместном использовании Тинувина-328 и Ловинокса-44В25 в количестве 1 % каждого (3,9 кг на партию) образцы выдерживают испытание на погодоустойчивость. При добавлении только Ловинокса в количестве 1 % цветность изменяется с 6 до 3 баллов: образцы не выдерживают испытания.

Увеличение количества стабилизатора до 2 % незначительно замедляет процесс старения под действием ультрафиолетовых лучей, но полностью его не исключает: цветность образцов изменяется с 6 до 4,5 балла.

По сравнению с ВВМ Ловинокс менее эффективен, так как цвет образцов с одним ВВМ в количестве 1 % за 40 часов испытаний изменилась всего с 6 до 5,5 балла.

Уменьшение количества Ловинокса до 0,5–0,75 % (при содержании Тинувина-328 –

Таблица 6

Результаты испытаний на погодоустойчивость волокна и матированных пленок, изготовленных из прядильного раствора с Тинувином-234 и Цианоксом-1790

№ п/п	Место отбора	Цветность образцов, балл				
		Исходная	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
1	п. 1574	7	7	7	7	6,5
2	п. 1575	7	7	7	7	6,5
3	п. 1578	6,5	6,5	6,5	6,5	6
4	п. 1579	6,5	6,5	6,5	6,5	6
5	2-101В	7	7	7	7	6,5
6	2-101А	7	7	7	7	6,5
7	2-101В	7	7	7	7	6,5
8	п/у нить	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
9	4,4 текс	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
10	-	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
11	п/у нить	7	7	7	7	7
12	8,0 текс	7	7	7	7	7
13	п/у нить	7	7	7	7	7
14	23,0 текс	7	7	7	7	7
15	15,6 текс	7	7	7	7	7
16	4,4 текс	7	7	7	7	7

Таблица 7

Измерение прочности волокна при облучении ультрафиолетовыми лучами на установке «Федометр», Т - 65 ± 5 °С

№ п/п	Линейная плотность	Прочность нити до облучения, гр.	Прочность нити после облучения, гр.			
			10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
1	2,2	19	19	20	19	19
2	4,4	36	35	36	35	36
3	15,6 нет/ф	100	108	110	117	110
4	23 нет/ф	194	192	196	192	193
5	48 нет/ф	353	351	358	351	353

Таблица 8

Содержание низкомолекулярных соединений в п/у полимере и в волокне без замасливателя с различными добавками стабилизаторов

№ п/п	Наименование стабилизаторов количество, %	Содержание Н. М. С.						Прирост Н. М. С.			
		Прядильный р-р поз. 2-101		Волокно с шахты «А»-линия		Волокно с шахты «В»-линия		Линия «А»		Линия «В»	
		ССl ₄	изо-пропил спирт	ССl ₄	изопр.	ССl ₄	изопр.	ССl ₄	изопр.	ССl ₄	изопр.
1	Тинувин-328 – 0,75 Ловинокс – 0,75	1,02	2,22	1,52	4,26	1,65	4,71	0,5	2,04	0,63	2,49
2	Тинувин-234 – 0,5 Цианокс-1790 – 0,5	0,79	1,7	1,02	2,9	1,44	3,35	0,23	1,2	0,65	1,65

Показатели качества стабилизаторов

№ п/п	Наименование показателей	Сумилайзер (ВВМ)	Ловинокс
1	Температура плавления, °С	209	211
2	Массовая доля легколетучих примесей, %	0,2	0,092

1 %) не оказывает отрицательного влияния на светостойкость образцов при ультрафиолетовом облучении.

При использовании Ловинокса наблюдался рост вязкости прядильного раствора в процессе хранения. Наиболее интенсивно это происходит при введении Ловинокса по обычной схеме в исходное сырье. При загрузке Ловинокса на стадии второго растворения форполимера рост вязкости замедляется. В таблице 12 представлены результаты замера вязкости прядильного раствора, получаемого с различными добавками стабилизаторов, при хранении. При наличии в прядильном растворе только Тинувина-328 вязкость прядильного раствора возрастает за сутки на 250 пуаз. При дозировке Тинувина-328 и Ловинокса по 1 % вязкость прядильного раствора увеличивается на 1 275 пуаз.

При уменьшении добавки Ловинокса до 0,75 % рост вязкости наблюдается на 725 пуаз.

Кроме пластинок было испытано на погодоустойчивость волокно, полученное с одним Тинuviном-328, с Тинuviном-328 и Ловиноксом и только с Ловиноксом. Полученные результаты представлены в таблице 13, из которых следует, что волокно с добавками Тинувина-328 и Ловинокса выдерживает испытание на погодоустойчивость. При использовании одного Ловинокса волокно желтеет, теряет прочность.

Уменьшение количества вводимого Ловинокса с 1 % до 0,75 % (2,9 кг на партию прядильного раствора) не вызвало ухудшение светостойкости волокна.

Следует отметить, что при использовании Ловинокса ухудшалась работа отделения рекуперации ДМФ. Обычно чистку конденсаторов проводят один раз в два месяца. При работе с Ловиноксом за 10 дней перепад давления между секциями конденсатора составил 60 мм.вод.ст (при норме 15). Это, возмож-

но, связано с летучестью Ловинокса. Таким образом, после анализа результатов исследования сделаны выводы:

1. Проведено испытание стабилизатора полиуретанового раствора «Lowinox-44B25» немецкого производства.

2. Установлено, что Lowinox, по сравнению с японским Сумилайзером, менее эффективен, его можно использовать только в сочетании со вторым стабилизатором Тинувин-328.

3. При использовании Ловинокса образуется мутный форполимер и наблюдается рост вязкости прядильного раствора при хранении.

4. Для исключения роста вязкости прядильного раствора при хранении рекомендуем:

- вводить Lowinox в реакционную массу на стадии второго растворения форполимера;
- количество Ловинокса снизить с 1 % (3,9 кг на партию) до 0,75 % (2,9 кг на партию);
- добавку Тинувина-328 оставить без изменений – 3,9 кг.

5. Полиуретановая нить, сформированная из прядильного раствора, содержащего Тинувин-328 – 1 % и Ловинокс – 0,75 %, выдерживает испытания на погодоустойчивость под действием ультрафиолетовых лучей при температурах 60 °С и 80 °С в течении 40 часов.

Проведены испытания двух стабилизаторов для полиуретанового волокна из Германии: Lowinox-44B25 и Антиоксидант-44B25, которые имеют одинаковую химическую и структурную формулу, такую же как у Сумилайзера. Показатели качества стабилизаторов незначительно отличаются только по содержанию летучих веществ (табл. 14). Ловинокс был испытан ранее, и установлено, что его можно использовать только в паре со вторым стабилизатором – Тинuviном-328. Индивидуально Ловинокс, в отличие от Сумилайзера, не работает. Ан-

Результаты испытаний «Ловинокса»

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Пробный лабораторный синтез								
				Характеристика форполимера	Гелеобразование на разных стадиях					Прядомость	Вязкость прядил. рас-ра, пуаз	Остаток ДАП, мл
					I	II	III	IV	V			
1	Без добавок	–	– (лаборат.)	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 400	15
2	Тинувин-328 Сумилайзер	1 1	в ДМИ (лаборат.)	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	2 000	3
3	Сумилайзер (ВВМ)	1	в ДМИ (лаборат.)	прозрачный	хор.	хор.	хор.	н/г	н/г	хор.	2 010	3
4	Тинувин-328 Ловинокс	0,75 1	п. № 336 (цеховая)	–	–	–	–	–	–	хор.	1 725	–
5	Тинувин-328 Ловинокс	1 1	в ДМИ (лаборат.)	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 450	4
6	Ловинокс	1	п. № 400 (цеховая)	–	–	–	–	–	–	хор.	1 650	–
7	Ловинокс	1	в ДМИ (лаборат.)	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 450	11
8	Ловинокс	1,5	в ДМИ (лаборат.)	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 500	10
9	Ловинокс	2	в ДМИ (лаборат.)	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 850	6,5
10	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 250	0
11	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,5	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	1 675	3
12	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ при растворении форполимера	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	хор.	2 000	6
Результаты испытаний на светостойкость												
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов						
1	Без добавок	6	3	–	–	–						
2	Тинувин-328 Сумилайзер	6	6	6	6	5,9						
3	Сумилайзер (ВВМ)	6	6	6	6	5,5						
4	Тинувин-328 Ловинокс	6	6	6	5,5	5,5						
5	Тинувин-328 Ловинокс	6	6	6	6	5,9						
6	Ловинокс	6	6	6	5	4,5						
7	Ловинокс	6	4,5	4	3	–						
8	Ловинокс	6	5,8	5	4	3						
9	Ловинокс	6	5,8	5,8	5	4,5						
10	Тинувин-328 Ловинокс	6	6	6	6	5,8						
11	Тинувин-328 Ловинокс	6	6	6	6	5,9						
12	Тинувин-328 Ловинокс	6	6	6	6	5,9						

Таблица 11

Результаты испытаний полиуретановых пленок в ультрафиолетовых лучах при температуре 60 °С

№ п/п	Вид стабилизатора	Массовая доля стабилизатора в полимере, %	Загрузка стабилизаторов	Результаты облучения				
				Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
1	Тинувин-328 Сумилайзер	1 1	в ДМИ (лаборат.)	6	6	6	6	6
2	Без добавок	–	–	6,5	4	4	3	2
3	Сумилайзер	1	в ДМИ (лаборат.)	6	6	6	6	5,5
4	Тинувин-328 Ловинокс	0,75 1	п. № 336 (цеховая)	6	6	6	5,5	5,5
5	Тинувин-328 Ловинокс	1 1	в ДМИ (лаборат.)	6	6	6	6	5,9
6	Ловинокс	1	в ДМИ (лаборат.)	6	5	4,5	4,5	3
7	Ловинокс	1,5	–	6	6	6	5,9	4,5
8	Ловинокс	2	–	6	6	6	5,9	5
9	Ловинокс	1	п. № 400 (цеховая)	6	6	6	6	5
10	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ (лаборат.)	6	6	6	6	5,8
11	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,5	в ДМИ (лаборат.)	6	6	6	6	5,9
12	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ при растворении форполимера	6	6	6	6	5,9

Таблица 12

Изменение вязкости прядильного раствора при хранении

№ п/п	Вид стабилизатора	Массовая доля стабилизатора в полимере, %	Загрузка стабилизатора	Вязкость при 30°, пуаз		Прирост вязкости за сутки, пуаз
				Начальная	Через сутки	
1	Тинувин-328 Ловинокс	1 1	в ДМИ в ДМИ	2 225	3 500	1 275
2	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ в ДМИ	1 250	1 975	725
3	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,5	в ДМИ в ДМИ	1 675	2 400	725
4	Тинувин-328 Ловинокс	1 1	в ДМИ при растворении форполимера	1 275	1 925	650
5	Тинувин-328 Ловинокс	1 0,75	в ДМИ при растворении форполимера	2 000	2 625	625
6	Тинувин-328	1	в ДМИ	1 225	1 475	250

Таблица 13

Результаты испытаний полиуретанового волокна в ультрафиолетовых лучах при температуре 60 °С

№ п/п	Линейная плотность нити, текс	Вид внесенного стабилизатора	Массовая доля стабилизатора в полимере, % / загрузка на партию прядильного раствора, кг	Результаты облучения				
				Исх. цвет	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов
1	23	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	5,5
2	23	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	6
		Ловинокс	1/3,9					
3	15,6	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	5,5
4	15,6	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	6
		Ловинокс	1/3,9					
5	15,6	Ловинокс	1/3,9	6	6	6	5	4,5
6	2,2	Ловинокс	1/3,9	6	6	6	5	4,5
7	4,4	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	6
		Ловинокс	0,75/2,9					
8	8	Тинувин-328	1/3,9	6	6	6	6	6
		Ловинокс	0,75/2,9					

Таблица 14

Показатели качества немецкого «Антиоксиданта»

№ п/п	Название показателей	Сумилайзер	Антиоксидант-44В25	Ловинокс-44В25
1	Температура плавления, °С	210–212	211	211
2	Массовая доля летучих веществ, %	0,08	0,036	0,092
3	Зольность, %	0,	0,06	

тиоксидант-44В25 был также испытан в лабораторных условиях по обычной схеме, для чего готовилась серия прядильных растворов с различным содержанием Антиоксиданта в смеси с Тинувином-328 и индивидуально. Из прядильного раствора были изготовлены пленки, которые подвергали облучению ультрафиолетовыми лучами при температуре 60 °С на установке «Федометр». Степень погодоустойчивости оценивали по изменению цвета образцов через 10 часов по 7-балльной шкале. Полученные результаты представлены в таблице 15.

Из приведенных данных видно, что при содержании в полимере Тинувина-328 – 1 % и «Антиоксиданта» – 1 % образцы пластинок выдерживают испытания на погодоустойчивость: цвет за 40 часов не изменился. Уменьшение концентрации Антиоксиданта в полимере до 0,5 % приводит к изменению цвета на 0,5 балла.

В том случае, когда используется только один Антиоксидант без Тинувина-328 в коли-

честве 1 %, образцы пластинок не выдерживают испытания на погодоустойчивость: цветность уменьшается с 6 до 4,5 балла.

При увеличении концентрации Антиоксиданта до 2 % цветность образцов не изменяется, однако в этом случае нет роста вязкости прядильного раствора.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Проведены лабораторные испытания Антиоксиданта-44В25 из Германии. Структурная формула Антиоксиданта-44В25 соответствует ранее используемому Сумилайзеру ВВМ производства Японии.

2. Показателями качества (температура плавления, влажность, зольность) Антиоксидант-44В25 соответствует требованиям технологического регламента цеха «Спандекс».

3. Антиоксидант 44В25 может быть использован в качестве стабилизатора полиуретанового раствора только в паре с Тинувином-328.

Результаты испытаний немецкого Антиоксиданта-44В25

№ п/п	Виды стабилизаторов	Массовая доля стабилизатора, %	Загрузка стабилизатора	Характеристика форполимера	Пробный лабораторный синтез					Вязкость прядил. рас-ра, пуаз	Прядимость	Остаток ДАП, мл
					Гелеобразование на разных стадиях							
					I	II	III	IV	V			
1	Без добавок	–	–	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 400	хор.	4
2	Тинувин-328 Сумил айзер	1 1	в ДМИ в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	2 000	хор.	3
3	Тинувин-328 Антиоксидант	1 1	в ДМИ в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 400	хор.	7
4	Тинувин-328 Антиоксидант	1 0,75	в ДМИ в ДМИ	–	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	2 000	хор.	3
5	Тинувин-328 Антиоксидант	1 0,5	в ДМИ в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	2 300	хор.	6
6	Тинувин-328 Антиоксидант	1 0,25	в ДМИ в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 150	хор.	0
7	Антиоксидант	1,0	в ДМИ	прозрачный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 250	хор.	0
8	Антиоксидант	1,5	в ДМИ	незначит. мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 250	хор.	0
9	Антиоксидант	2	в ДМИ	слегка мутный	нет роста вязкости		н/г	н/г	н/г	700	хор.	0
10	Тинувин-328 Антиоксидант	1 1	в ДМИ при рас-твор. р-ра	слегка мутный	гель	н/г	н/г	н/г	н/г	1 125	хор.	0
11	Сумил айзер	1	в ДМИ	прозрачный	–	–	–	н/г	н/г	2 010	хор.	3
12	Ловинокс	1	в ДМИ	мутный	н/г	н/г	н/г	н/г	н/г	1 450	хор.	11
Результаты испытаний на светостойкость												
№ п/п	Виды стабилизаторов	Исходная цветность	10 часов	20 часов	30 часов	40 часов						
1	Без добавок	6	4	4	3	2						
2	Тинувин-328 Сумил айзер	6	6	6	6	6						
3	Тинувин-328 Антиоксидант	6	6	6	6	6						
4	Тинувин-328 Антиоксидант	6	6	6	6	5,8						
5	Тинувин-328 Антиоксидант	6	6	6	6	5,5						
6	Тинувин-328 Антиоксидант	6	6	6	6	5						
7	Антиоксидант	6	5,5	5	5	4,5						
8	Антиоксидант	6	6	6	6	5,7						
9	Антиоксидант	6	6	6	6	5,9						
10	Тинувин-328 Антиоксидант	6	6	6	6	5,8						
11	Сумил айзер	6	6	6	6	5,5						
12	Ловинокс	6	5	4,5	4,5	3						

INNOVATIVE APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY FOR GETTING OF POLYURETHANE FIBERS

G.K. Lobacheva, T.A. Mishchenko, T.Yu. Klopova, O.P. Chadov, I.Zh. Guchanova, A.I. Filippova

The paper provides methods for producing polyurethanes with innovative nanotechnology. Polyurethane fibers are tested on weather resistance, strength characteristics, the viscosity of solutions at the obtaining fiber, light resistance, a number of stabilizers, German, Swiss and Japanese production.

Key words: *Spandex, Sumilayzer, Tinuvin-234, Tsianoks-1790, Antioxidant-44B25, Lowinox, Tinuvin-328, innovative nanotechnology.*