

Исследование показателей качества клеевого соединения слоев материалов в пакет

И.Н. Герасимук, Е.Л. Лукьянова^а, Н.В. Ульянова
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
^аЕ-mail: alenakul26@mail.ru

Аннотация. Исследованы зависимости разрывной нагрузки и разрывного удлинения утепляющих материалов, а именно нетканого теплоизоляционного полотна, полученного способом термофиксации, от их толщины, вида ламинации, от толщины клеевой пленки. Установлены оптимальные параметры клеевого соединения слоев в пакет.

Ключевые слова: специальная одежда, пакет материалов, свойства пакета, свойства одежды, способы скрепления слоев, качество клеевого соединения.

Investigation of the quality indicators of the adhesive connection of layers of materials in the package

I. Gerasimuk, E. Lukyanova^a, N. Ulyanova
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
^aE-mail: alenakul26@mail.ru

Annotation. The dependencies of the breaking load and the breaking elongation of insulating materials, namely non-woven thermal insulation fabric obtained by thermal fixation, on their thickness, the type of lamination, on the thickness of the adhesive film are investigated. The optimal parameters of the adhesive connection of the layers in the package are set.

Key words: special clothing, package of materials, package properties, clothing properties, methods of fastening layers, quality of adhesive connection.

В УО «ВГТУ» разработана технология получения новых видов прокладочных утепляющих материалов, полученных способом термофиксации [1, 2]. Такие материалы нашли применение в строительстве, в машиностроении и в производстве одежды. Однако в любом из направлений данные материалы используются в сочетании с другими, образуя тем самым композиционный материал (пакет), имеющий слоистую структуру. Прочность соединения слоев материалов оказывает непосредственное влияние на физико-механические свойства пакета и изделия в целом. Рассмотрим сочетание слоев на примере изготовления куртки для защиты от механических воздействий. Такое изделие является многослойным, потребительские и эксплуатационные свойства которого в значительной степени зависят от качества применяемых материалов, соответствия их требованиям, предъявляемым к данному ассортименту изделий и научно обоснованного формирования из них рационального пакета. На рисунке 1 представлен пакет, состоящий из слоев используемых материалов.

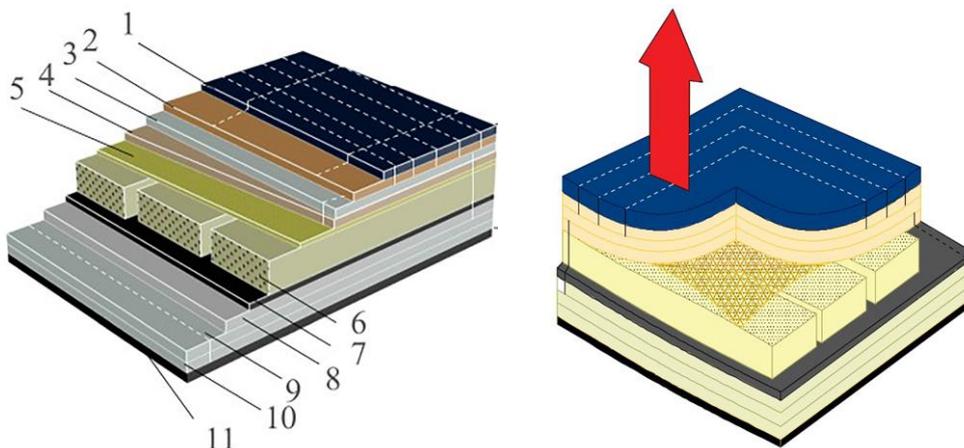
Для создания пакета изделия используются следующие материалы:

- ткань специальная для изготовления костюмов специальных подразделений (поверхностная плотность – 950 г/м², волокнистый состав – хлопок 40 %, полиамид 60 %, толщина – 2,90 мм),
- ткань подкладочная «Оксфорд» (поверхностная плотность – 210 г/м², волокнистый состав – полиэстер 100 %, толщина – 0,10 мм),
- полотно полиэфирное геотекстильное (ГЕО-300) (поверхностная плотность – 300 г/м², волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 1,15 мм),
- синтепон (поверхностная плотность – 100 г/м², волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 1,40 мм),
- флизелин (поверхностная плотность – 30 г/м², волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 0,15 мм),
- полотно нетканое теплоизоляционное (поверхностная плотность и толщина варьировались, волокнистый состав – отходы кромки грунтовой ткани 50 %, БИК 4DE51Слон, 15 %, ПЭ волокно 6DE64 – 35 %).

Материалы пакета (рис. 1) соединяются двумя способами: клеевым и ниточным. Для скрепления

полос из нетканого теплоизоляционного полотна (поз. 6, рис. 1) с прокладкой из геотекстильного материала (поз. 4, рис. 1) использовался полиамидный клей

NEOTHERM PU-3425 R, характеристика которого представлена в таблице 1.



1 – основная ткань, 2 – первый слой прокладки (полотно геотекстильное), 3 – второй слой прокладки (полотно геотекстильное), 4 – флизелин, 5 – клей, 6 – полотно нетканое теплоизоляционное, 7 – межслойная подкладка, 8 – четвертый слой прокладки (полотно геотекстильное), 9 – пятый слой прокладки (полотно геотекстильное), 10 – шестой слой прокладки (синтепон), 11 – подкладочная ткань

Рисунок 1 – Структура пакета одежды для защиты от механических воздействий

Таблица 1 – Свойства NEOTHERM PU-3425 R

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя
Композиция		смесь на основе полиуретанового преполимера
Внешний вид		прозрачный, под ультрафиолетом может быть желтым
Рекомендуемая температура нанесения	°С	110–150
Температура размягчения	°С	60
Вязкость при 140 °С	мПа	7500
Плотность	г/см ³	1,05

С целью определения прочности клеевого соединения слоев материала в пакете были проведены экспериментальные исследования. Результаты исследований при различных режимах склеивания представлены в таблице 2. Разрывная нагрузка флизелина до эксперимента равна 0,058 кН, разрывное удлинение 16 мм, фольги – 0,032 кН и 14 мм, соответственно. Клей наносился валичным способом на поверхность флизелина и фольги [3]. Испытания проводились согласно ГОСТу 15902.3-79 «Полотна нетканые. Методы определения прочности». Измерения разрывной нагрузки и удлинения в ходе эксперимента снимались, как только разрушался слой флизелина, так как происходил останов машины. При эксперименте размер элементарной пробы при испытании на разрывную нагрузку и разрывное удлинение равен 50×200 мм, при испытании на прочность при раздирании 70×200 мм.

Рассмотрим зависимости разрывного удлинения и разрывной нагрузки от толщины утепляющей

прокладки, от толщины клеевой пленки и при использовании двухстороннего проклеивания.

В таблице 2 представлена зависимость исследуемых показателей от толщины прокладки при ламинировании флизелином при толщине клеевой пленки 0,6 мм. Как видно из таблицы 2, разрывная нагрузка увеличивается для образцов утепляющей прокладки, причем при увеличении толщины полотна разрывная нагрузка увеличивается пропорционально на 18,1 %, 59,5 %, 204,0 %, для толщины 100 мм, 200 мм и 500 мм, соответственно. Что касается разрывного удлинения утепляющего материала, здесь все наоборот, при ламинировании разрывное удлинение увеличилось (табл. 3) на 4,3 мм, на 1,7 мм для образцов толщиной 100 и 200 мм и уменьшилось на 45,9 % для образцов толщиной 500 мм. Это связано с тем, что разрывная машина останавливалась, как только разрушался слой прокладки, а в образцах без ламинации разрыв фиксировался до разрыва самого полотна.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов

№ образца	Толщина нетканого полотна, мм / толщины клеевого слоя, мм	Результаты испытаний до склеивания		Результаты испытаний после склеивания			Примечание
		Разрывная нагрузка при разрыве, кН	Разрывное удлинение при разрыве, мм	Разрывная нагрузка при разрыве, кН	Разрывное удлинение при разрыве, мм	Прочность при раздирании, кН	
1	200/0,6	0,070	24	0,115	25	0,600	при испытании прочности при раздирании в элементарной пробе произошел разрыв язычка
				0,112	26		
				0,108	26		
2	500/0,6	0,025	37	0,075	17	0,025	прокладка сдерживала разрыв элементарной пробы нетканого полотна
				0,075	21		
				0,078	22		
3	100/0,4	0,350	20	0,215	32	0,025	
				0,210	29		
				0,195	31		
4	100/0,6	0,350	20	0,340	22	0,040	надрыва как такового не было в основном шло расслоение полотна
				0,440	25		
				0,460	26		
При приклеивании флизелина с двух сторон							
5	500/0,6	0,025	37	0,850	22	0,028	при раздирании шло раздирание прокладки перпендикулярно срезу пробы
				0,850	25		
				0,800	24		

Таблица 3 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от его толщины

Толщина нетканого материала, мм	Результаты по показателям					Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания				без ламинирования		
	1	2	3	среднее			
	Разрывная нагрузка, кН						
100	0,340	0,440	0,460	0,413	0,350	0,063	118,1
200	0,115	0,112	0,108	0,112	0,070	0,042	159,5
500	0,075	0,075	0,078	0,076	0,025	0,051	304,0
	Разрывное удлинение, мм						
100	22	25	26	24,3	20	4,3	121,7
200	25	26	26	25,7	24	1,7	106,9
500	17	21	22	20,0	37	-17,0	54,1

Зависимости прочности на раздирание от толщины утепляющего материала по результатам таблицы 2 выявлено не было, вследствие срыва эксперимента, следовательно, можно сделать вывод о том, что данная методика не подходит для определения

раздирающей нагрузки утепляющих материалов такого вида.

Рассмотрим зависимость исследуемых показателей от толщины клеевой пленки при ламинировании флизелином и фольгой, при одинаковой толщине

нетканого материала, равной 100 мм (табл. 4).
Данному исследованию были подвергнуты именно эти

образцы, так как необходимо выявить зависимость
адгезионного слоя, а не самого полотна.

Таблица 4 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от толщины клеевой пленки при склеивании

Толщина клеевой пленки, мм	Результаты по показателям				без ламинирования	Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания						
	1	2	3	среднее			
Ламинирование флизелином							
Разрывная нагрузка, кН							
0,4	0,215	0,210	0,195	0,207	0,350	-0,143	59,0
0,6	0,340	0,440	0,460	0,413		0,063	118,1
Разрывное удлинение, мм							
0,4	32	29	31	30,7	20	10,7	153,3
0,6	22	25	26	24,3		4,3	121,7
Ламинирование фольгой							
Разрывная нагрузка, кН							
0,4	0,190	0,170	0,180	0,180	0,350	-0,170	51,4
0,6	0,215	0,220	0,175	0,203		-0,147	58,1
Разрывное удлинение, мм							
0,4	32	30	32	31,3	20	11,3	156,7
0,6	35	32	24	30,3		10,3	151,7

Результаты эксперимента показали, что разрывное удлинение утепляющей прокладки при ламинировании флизелином увеличилось в обоих случаях, но при увеличении толщины клеевой пленки на 0,2 мм удлинение меньше на 31,7 %. Разрывная нагрузка увеличилась для образца с толщиной клеевой пленки 0,6 мм на 18,1 %, а вот для образца с толщиной клеевой пленки 0,4 мм – уменьшилась на 0,143 кН. Прочность на раздирание у этих образцов

увеличилась при увеличении толщины клеевой пленки (табл. 4) и равна 0,015 кН. При ламинировании фольгой разрывное удлинение ПТЗЛТ увеличилось, а вот разрывная нагрузка ПТЗЛТ уменьшилась.

При ламинировании нетканого полотна с двух сторон при одинаковой толщине клеевого слоя – 0,6 мм и толщине полотна 500 мм увеличились значения обоих показателей (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от вида ламинации

Вид ламинирования	Результаты по показателям				без ламинирования	Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания						
	1	2	3	среднее			
Разрывная нагрузка, кН							
Односторонняя ламинация	0,075	0,075	0,078	0,076	0,025	0,051	304,0
Двухсторонняя ламинация	0,850	0,850	0,850	0,850		0,825	34 пп
Разрывное удлинение, мм							
Односторонняя ламинация	17	21	22	20,0	27	-7,0	74,1
Двухсторонняя ламинация	22	25	24	23,7		-3,3	87,7

Как видно из данных таблицы 5, при двойном ламинировании разрывная нагрузка увеличилась на 0,825 кН, при том что в одинарном ламинировании

тоже произошло увеличение, но значительно меньше – на 0,051 кН. Разрывное удлинение при двойном ламинировании уменьшилось на 12,3 %,

однако это меньше по сравнению с образцами, ламинированными с одной стороны, на 13,6 %. Прочность на раздирание увеличилась в обоих случаях. При двойном ламинировании по сравнению с одинарным разница составила 0,03 кН.

Таким образом, результаты эксперимента показали, что при клеевом скреплении слоев материала в пакет склеивание слоев повышает механические свойства полотен независимо от их толщины, однако ламинирование фольгой нецелесообразно (либо нужно выбирать другой тип

фольги с более высокими механическими свойствами), оптимальная толщина клеевой пленки, при которой увеличиваются показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения, равна 0,6 мм, при этом увеличение клеевой пленки на 0,1 мм обеспечивает увеличение прочности полотен на разрыв на 50 %. В случае необходимости максимального увеличения механических показателей утепляющих материалов рекомендуется двойное ламинирование (с двух сторон), что обеспечит увеличение разрывной нагрузки в более чем 30 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зими́на, Е. Л. Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов : монография / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – 230 с.
2. Зими́на, Е. Л. Разработка технологии шумоизоляционных материалов с использованием отходов / Е. Л. Зими́на, Н. В. Ульянова, О. Д. Ващенко // Химические волокна. – 2020. – № 5. – С. 43–45.
3. Кулаженко, Е. Л. Нанесение клея валичным способом на поверхность рулонных материалов / Е. Л. Кулаженко, В. И. Ольшанский // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2011. – № 4 (18). – С. 41–44.

REFERENCES

1. Zimina, E. L. Technological and theoretical foundations for obtaining materials using textile waste : monograph / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Olshansky ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2019. – 230 p.
2. Zimina, E. L. Development of noise-insulating materials technology with the use of waste / E. L. Zimina, N. V. Ulyanova, O. D. Vashchenko. – 2020. – № 5. – P. 43–45.
3. Kulazhenko, E. L. Application of glue by roller method on the surface of rolled materials / E. L. Kulazhenko, V. I. Olshansky // Technical and technological problems of service. – 2011. – № 4 (18). – P. 41–44.

SPISOK LITERATURY

1. Zimina, E. L. Tehnologicheskie i teoreticheskie osnovy poluchenija materialov s ispol'zovaniem tekstil'nyh othodov : monografija / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Ol'shanskij ; UO «VGTU». – Vitebsk, 2019. – 230 s.
2. Zimina, E. L. Razrabotka tehnologii shumoizoljacionnyh materialov s ispol'zovaniem othodov / E. L. Zimina, N. V. Ul'janova, O. D. Vashhenko // Himicheskie volokna. – 2020. – № 5. – S. 43–45.
3. Kulazhenko, E. L. Nanesenie kleja valichnym sposobom na poverhnost' rulonnyh materialov / E. L. Kulazhenko, V. I. Ol'shanskij // Tehnico-tehnologicheskie problemy servisa. – 2011. – № 4 (18). – S. 41–44.