

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН

CREATION AND STUDY OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON NONWOVEN FABRICS

М.В. КИСЕЛЕВ, Ю.М. ТРЕЩАЛИН
M.V. KISELEV, YU.M. TRESHCHALIN

(Костромской государственной технологической университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: science@kstu.edu.ru, antropog@yandex.ru

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований композиционных материалов, изготовленных на основе нетканых полотен. Установлено, что наиболее целесообразно применять нетканые полотна, имеющие пористость 75...85%, выработанные из полипропиленовых или полиэфирных монопитей фильерным способом (спанбонд).

The paper presents the results of experimental studies of composite materials fabricated using nonwoven fabrics. It is found, that to use nonwoven fabrics having porosity of 75-85%, made of polypropylene or polyester spunbond filaments (spunbond), is more advisable.

Ключевые слова: нетканое полотно, композиционный материал, пропитка, полимерное связующее, испытания.

Keywords: nonwoven fabric, composite material, impregnation, a polymeric binder, testing.

Изготовление композиционных материалов, создаваемых на базе нетканых полотен, осуществляется с учетом физико-механических показателей волокнистой основы и полимерного связующего, а также их взаимодействия, обусловленного рядом факторов. Между волокнами, образующими основу, и полимерным связующим должно выдерживаться четкое соответствие, определяемое свойствами указанных компонентов, и их выбор не может быть произвольным. Учитывая многообразие нетканых материалов, производимых в России, необходимо исследовать широкий спектр полотен различных структур: иглопробивных термоскрепленных из непрерывных полипропиленовых нитей, изготовленных фильерным способом? спан-

бонд (ООО «Сибур-Геотекстиль», ОАО «Ортон»), иглопробивных из штапельных полиэфирных и полипропиленовых волокон (ОАО «Комитекс») и т.д. Таким образом, целью экспериментальных исследований является:

– определение физико-механических характеристик нетканых полотен, предполагаемых для использования в качестве основы композиционных материалов;

– изготовление и проведение испытаний образцов композиционных материалов на нетканой основе по определению водопоглощения, прочности на растяжение и изгиб.

Вид исследованных в работе нетканых материалов и их характеристики приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Но- мер об- разца	Состав сырья и способ формирования холста, предприятие- производитель	Поверх- ностная плотность, г/м ²	Толщина при удельном давле- нии 20 Па, мм
1	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон», ОАО «Ортон»	437,4	2,30
2	То же	469,7	2,50
3	То же	387,8	2,46
4	То же	325,4	2,30
5	То же	540,1	2,44
6	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс», «Сибур- геотекстиль»	400,2	3,16
7	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон», ОАО «Ортон»	548,9	2,55
8	То же	550,4	3,17
9	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс», «Сибур- геотекстиль»	441,4	5,32
10	То же	467,7	4,12
11	ПЭ – 100%, штапельное с БКВ, иглопробивной, каландрирован- ный	345,9	1,82
12	То же	481,5	2,32
13	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), иглопробивное, каландри- рованное с одной стороны, «Геоком Д», «Комитекс»	393,1	6,04
14	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон» ОАО «Ортон»	641,0	2,23
15	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), суровое, иглопробивное, «Геоком Д», «Комитекс»	780,1	6,72
16	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), механическое, иглопро- бивное, «Геоком Д», «Комитекс»	591,2	5,17
17	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс» М 400, «Си- бур-геотекстиль»	410,7	3,57
18	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), механическое, иглопро- бивное, «Геоком Д», «Комитекс»	868,2	6,77
19	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной, «Геотекс», «Сибур-геотекстиль»	518,8	3,74
20	То же	559,3	3,72
21	То же	455,8	3,64
22	То же	631,9	4,09
23	То же	372,9	3,33
24	То же	369,4	3,31
25	То же	612,4	3,89

Экспериментальные исследования образцов нетканых материалов, указанных в табл. 1, проводились в испытательной лаборатории ОАО «НИИ нетканых материалов» в соответствии с ГОСТ [1...3] и методиками, принятыми в ОАО «НИИИМ». Результаты испытаний образцов рассматриваемых нетканых полотен приведены в табл. 2.

Проведенные испытания позволили определить основные физико-механические характеристики нетканой основы. Согласно ГОСТ 15902.2–2003 соотношение удлинения в продольном и поперечном направлениях (изотропность по деформациям) не должно быть больше 1,5. Особенно следует отметить практически равные значения коэффициента изотропности по

прочности и деформации исследуемых образцов, что позволяет предположить наличие изотропных свойств у композиционно-

го материала, создаваемого на основе нетканых полотен.

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Разрывная нагрузка полоски 50×100 мм, Н		Относительное разрывное удлинение, %		Коэффициент изотропности по:	
	по длине	по ширине	по длине	по ширине	прочности	деформации
1	1190	1060	38	30	1,12	1,26
2	1150	1080	12	9	1,06	1,03
3	965	760	20	4	1,27	1,15
4	890	850	18	7	1,05	1,1
5	1345	1200	20	11	1,12	1,08
6	1184	1057	66	64	1,12	1,01
7	1280	1210	21	7	1,06	1,13
8	1110	1050	18	7	1,06	1,1
9	716	577	64	60	1,24	1,03
10	1115	1052	2	3	1,06	0,99
11	681	740	23	14	0,92	1,08
12	984	1060	15	2	0,93	1,12
13	168	175	21	40	0,96	0,86
14	1495	1330	2	13	1,12	0,91
15	1420	1315	9	5	1,08	1,04
16	1360	1150	20	12	1,18	1,08
17	1120	1057	72	70	1,06	1,01
18	1538	1470	16	5	1,04	1,1
19	1257	1220	92	74	1,03	1,1
20	1490	1330	51	81	1,12	0,83
21	1180	1002	70	85	1,18	0,92
22	1521	1323	64	72	1,15	0,95
23	1116	885	64	74	1,26	0,95
24	968	849	64	66	1,14	0,98
25	1534	1278	51	75	1,2	0,86

Для основы композитов из синтетических волокон и моноплетей наиболее эффективно использовать в качестве связующего эпоксидные, полиэфирные и меламиноформальдегидные смолы, что позволяет производить изделия, устойчивые к вибрационным и ударным воздействиям, водостойкие и сохраняющие герметичность в условиях сложного нагружения.

При изготовлении образцов композиционных материалов на основе нетканых полотен применялось связующее, состав и пропорции которого приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Компоненты связующего	Количество компонентов, %
Смола POLYLITE 516-M855	95
Катализатор № 11	2
Акселератор марки 9802	3

POLYLITE 516-M855 (PD 3299) является гибридной полиэфирной смолой на изофталеиновой основе, модифицированной дициклопентадиеном (DCPD), предназначенной для изготовления композиционных материалов, средней реакционной способности и низким содержанием летучих соединений [4].

Для пропитки волокнистой основы (пластин), имеющих размеры 200 × 50 мм, из алюминия была изготовлена специальная форма, состоящая из основания, трех специальных вставок, имеющих высоту 2, 3 и 3,5 мм, и крышки, скрепляемых между собой двенадцатью винтами. В зависимости от толщины образцов подбирались вставка соответствующей высоты. Каждая вставка имела три ячейки, длина и ширина которых составляли 250 × 50 мм.

Изготовление образцов композиционных материалов в виде пластин осуществлялось в следующей последовательности. Первоначально форма обрабатывалась с двух сторон жидким воском марки Liquid Wax W-50 TF. После высыхания воска основание прокладывалось изнутри полиэтиленовой пленкой. Затем в имеющиеся отверстия вставлялись двенадцать винтов, и размещалась соответствующая вставка. В ячейки укладывались образцы нетканого полотна, на которые при помощи кисти наносилось заранее приготовленное связующее, имеющее температуру 19...23°C.

С целью полного удаления воздуха из внутреннего пространства основы пропитанный образец прокатывался валиком. По завершении процесса пропитки сверху одевалась крышка и плотно прижималась при помощи барашков. Спустя 3...5 часов, пластины извлекались из формы, удалялась пленка и проводилась финишная механическая обработка поверхности полученных композитов. Характеристики образцов композиционных материалов, предназначенных для определения влагоемкости и прочности на разрыв и изгиб, даны в табл. 4.

Таблица 4

№	Толщина, мм	Масса, г	Поверхностная плотность, г/м ²	Объемная плотность, кг/м ³
1	2,07	24,2644	2385,9	1154,5
2	2,33	25,8909	2562,3	1098,1
3	2,20	23,8106	2376,9	1080,4
4	2,13	23,5238	2317,7	1086,4
5	2,17	22,7185	2260,2	1043,2
6	2,27	25,3225	2493,8	1100,2
7	2,30	26,5984	2626,6	1141,9
8	2,20	25,3006	2505,6	1138,9
9	3,87	43,5481	4311,6	1115,1
10	3,23	35,7512	3552,7	1098,8
11	2,23	24,6425	2464,3	1103,4
12	3,07	35,0597	3520,1	1147,8
13	6,53	61,7165	6112,7	935,6
14	2,17	23,6172	2310,6	1066,4
15	5,97	68,1834	6760,6	1133,1
16	3,93	46,4201	4588,3	1166,5
17	3,10	34,8171	3388,7	1093,1
18	6,00	69,6358	6873,4	1145,6
19	3,13	35,2513	3484,9	1112,2
20	3,10	34,803	3433,8	1107,7
21	3,10	34,2582	3366,9	1086,1
22	3,83	42,5766	4236,2	1105,1
23	3,03	33,8235	3349,5	1104,2
24	3,03	34,8177	3460,9	1140,9
25	3,10	35,3976	3457,8	1115,4

С целью сопоставления прочностных свойств полученных композитов на нетканой основе и полимеризованного связую-

щего были изготовлены аналогичные образцы матрицы, характеристики которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

Номер образца	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Масса, г	Объемная плотность, кг/м ³
1С	200	50	2	23,32994	1166,5
2С	200	50	3	35,2293	1174,3
3С	200	50	3,5	41,77353	1193,5

Изготовленные образцы композитов на нетканой основе подвергались испытаниям

на растяжение, сжатие и водопоглощение в соответствии с ГОСТ [5...7] и методика-

ми, принятыми для композиционных материалов. Оценка полученных композитов на растяжение проводилась с использованием тех же методик, приборов и оборудования, что при экспериментальных исследованиях образцов нетканых полотен.

Результаты экспериментальных исследований по определению влагоемкости и

прочности на разрыв и по определению прочностных характеристик и водопоглощения образцов композиционных материалов и полимерной матрицы, изготовленных в виде пластин, даны в табл. 6, 7 соответственно.

Таблица 6

№ образца	Разрывная нагрузка образца, Н	Относительное удлинение, %	Предел прочности, МПа	Водопоглощение в течение 24 ч, %
1	2300	8	20,68	0,40
2	2280	8	19,19	0,42
3	2010	7	17,66	0,67
4	1800	9	16,5	0,85
5	2540	11	22,92	0,92
6	2450	5	21,17	0,80
7	2520	7	21,48	0,19
8	2180	6	19,43	0,55
9	1600	8	8,074	0,39
10	2250	10	13,68	0,11
11	2450	7	21,41	0,28
12	3200	6	20,38	0,80
13	2200	5	6,598	0,31
14	2830	6	25,31	0,21
15	5350	7	17,58	0,50
16	4820	6	24,11	0,21
17	2350	8	14,87	0,20
18	5900	9	19,31	0,40
19	2630	6	16,65	0,20
20	2820	6	17,86	0,26
21	2410	7	15,25	0,26
22	2900	11	14,88	0,21
23	2200	5	14,26	0,26
24	2150	5	13,8	0,23
25	2950	7	18,69	0,14

Таблица 7

Номер образца	Разрывная нагрузка образца, Н	Относительное удлинение, %	Предел прочности на разрыв, Н/см ²	Пределная нагрузка на изгиб, Н	Значение прогиба, мм	Напряжение при изгибе, кПа	Водопоглощение в течение 24 ч, %
1С	1135	100,4	1135	35,193	2	351,938	0,24
2С	1690	100,4	1126,667	52,403	2	349,354	0,29
3С	2005	100,5	1145,714	62,170	3	355,260	0,28

Анализируя результаты испытаний, прежде всего необходимо отметить значительное превышение прочностных характеристик композиционных материалов на нетканой основе (как на разрыв, так и на изгиб) по отношению к аналогичным показателям полимерной матрицы (табл. 7), что позволяет судить о перспективности применения нетканых полотен для использо-

вания при изготовлении композитов технического назначения.

В целом результаты испытаний изготовленных образцов показывают, что нетканое полотно значительно улучшает вязко-упругие свойства композитов, причем с увеличением плотности основы возрастают прочностные характеристики композиционных материалов.

ВЫВОДЫ

1. Применение нетканой основы из синтетических волокон позволяет значительно увеличить физико-механические характеристики композиционных материалов по отношению к аналогичным показателям полимерной матрицы по значениям: по прочности на разрыв – на 140...520%, по прочности на изгиб – на 120...860%.

2. Водопоглощение исследуемых образцов композитов крайне незначительное (менее 1 %), что позволяет использовать изделия из композиционных материалов на нетканой основе во влагонасыщенных средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11358–78. Толщиномеры индикаторные с ценой деления 0.01 и 0.1мм. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования.

2. ГОСТ Р 53226–2008. Полотна текстильные нетканые. Методы определения прочности.

3. ГОСТ 20489–85. Бумага и картон. Методы определения герметичности.

4. <http://ruspol.spb.ru/516m855.htm>. POLYLITE 516-M855

5. ГОСТ 25.601–80. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

6. ГОСТ 25.604–82. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на изгиб при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

7. ГОСТ 25.602–80. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 17.12.12.