

тическом изгибе. Большим преимуществом использования мочевино-формальдегидных смол в производстве композиционных древесных пластиков является возможность достижения окраски изделий в светлые тона.

4. Время выдержки при прессовании изделий, в которых наполнителем служит смесь березовых и сосновых опилок в соотношении 1 : 1, а связующим — смола СБС-1, можно сократить до 0,25 мин/мм толщины готового изделия.

5. При изготовлении изделий на основе смеси березовых и сосновых опилок и смол СБС-1, С-1, ЦНИИФ-В и М19-62 рекомендуются режимы прессования, представленные в табл. 3.

М.М. Ревяко, Л.А. Кажкина, В.В. Табанькова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА

Среди конструкционных пластиков наибольшее применение имеют те, которые обладают определенной жесткостью и прочностью связи между элементами. В процессе эксплуатации армированных пластиков внешние поверхностные нагрузки могут быть приложены только к части армирующих элементов, вся остальная их масса вовлекается в процесс деформации через посредство связующего. В силу этого ясно [1], что при использовании в элементах силовых конструкций наиболее целесообразными будут те материалы, в которых независимо от характера локального приложения внешних нагрузок обеспечивается наиболее однородная деформация всей гетерогенной системы в целом.

В качестве армирующего вещества наиболее часто используют стеклянные волокна. Материал, армированный стеклянными волокнами, приобретает ряд новых качеств, характеризуемых малым удельным весом, высокой механической прочностью, хорошей демпфирующей способностью, коррозионной и эрозивной стойкостью [2, 3].

В настоящей статье изложены прочностные характеристики армированного бесщелочным алюмоборосиликатным стекловолокном древесного пластика на основе полиэтилена высокой плотности, сшитого перекисью дикумила. В качестве наполни-

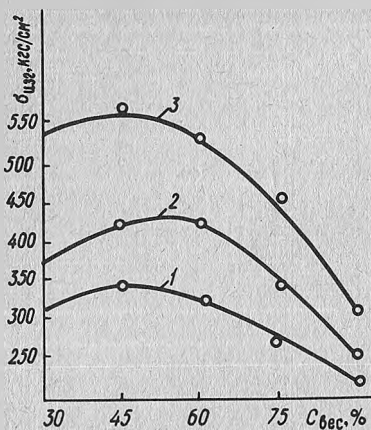


Рис. 1. Зависимость предела прочности при статическом изгибе от степени наполнения (С) и содержания стекловолокна (для фракции 0,5): 1 — 10% стекловолокна; 2 — 20%; 3 — 30% стекловолокна.

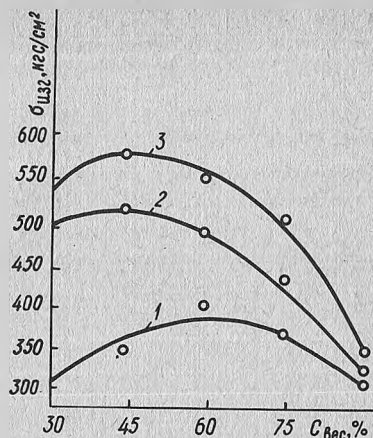


Рис. 2. Зависимость предела прочности при статическом изгибе от степени наполнения (С) и содержания стекловолокна (для фракции 1,0): 1 — 10% стекловолокна; 2 — 20%; 3 — 30% стекловолокна.

теля служили березовые опилки фракций 0,5; 1,0; 2,0 мм и смеси этих фракций. Наполнитель вводился в количестве 30, 45, 60, 75, 90% от веса композиции, армирующий агент — 10, 20, 30% от веса наполнителя, перекись — 5% от веса полиэтилена. Пластики изготавливали методом компрессионного прессования при следующем режиме: давление — 280 ± 10 кг/см², температура — 170 ± 10 °С, выдержка под давлением — 1 мин/мм. Прочностные свойства измерялись согласно стандартным методикам.

Исследование влияния содержания наполнителя в пластике на его прочностные свойства показало, что с увеличением содержания наполнителя прочностные показатели возрастают до максимального значения. Так, предел прочности при статическом изгибе достигает максимального значения для дробных фракций опилок при степени наполнения, равной 45% (рис. 1, 2, 3), а для смесей фракций максимум — при содержании наполнителя 60% (табл. 1). Максимальное полученное значение предела прочности при статическом изгибе — 615 кг/см² (табл. 1).

Рис. 3. Зависимость предела прочности при статическом изгибе от степени наполнения (С) и содержания стекловолкна (для фракции 2,0): 1— 10% стекловолкна; 2 - 20%; 3— 30% стекловолкна.

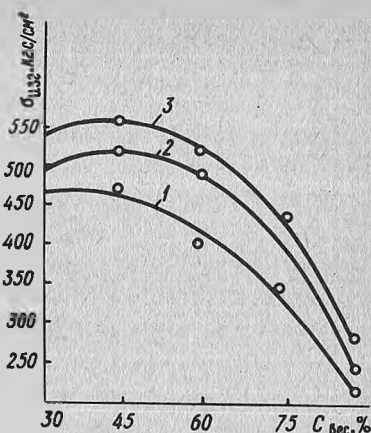


Таблица 1

Зависимость предела прочности при статическом изгибе от степени наполнения и содержания стекловолкна (для смесей фракций)

Фракции	0,5 + 1,0			1,0 + 2,0		
	10	20	30	10	20	30
Содержание стекловолкна, % вес.						
Содержание наполнителя, % вес.						
30	386	416	544	435	458	544
45	450	482	593	505	520	600
60	503	517	613	550	560	615
75	479	487	501	520	540	550
90	310	275	285	428	477	455

Модуль упругости возрастает с увеличением содержания наполнителя (табл. 2).

Предел прочности при сжатии определялся в двух направлениях: параллельно и перпендикулярно плоскости прессования. В первом случае предел прочности при сжатии возрастает с увеличением степени наполнения до 75%, а во втором — достигает максимального значения при содержании наполнителя 60% (табл. 3, 4).

Такое поведение прочностных показателей объясняется тем, что древесный пластик представляет собой систему, состоящую из связующего, ориентированного и фиксированного в виде тонких пленок на поверхности частиц наполнителя и древесных опилок как наполнителя. Прочность такого материала будет определяться прочностью связующего, адсорбированного в виде пленок на поверхности наполнителя и образовавшего пространственную сетку силами адгезии с наполнителем, а также тем, какое влияние оказывают эти силы на процессы структурообразования в самом полимере. Введение наполнителя приводит к изменению характера расположения молекул и надмолекулярных образований друг относительно друга.

С увеличением содержания наполнителя повышается роль поверхностных явлений на границе раздела фаз, так как большая

Таблица 2

Зависимость модуля упругости КДП от степени наполнения и содержания стекловолокна, $E \cdot 10^4$ кгс/см²

Фракции	Содержание стекловолокна, % вес.	Содержание наполнителя, % вес.				
		30	45	60	75	90
0,5	10	1,61	2,10	2,70	3,20	3,70
	20	2,03	2,81	3,40	3,91	3,80
	30	2,30	3,21	3,83	4,20	3,83
1,0	10	1,52	2,06	2,80	3,13	3,53
	20	1,72	2,23	2,90	3,43	3,70
	30	2,30	3,15	3,80	3,90	3,70
2,0	10	1,01	1,21	2,09	2,64	2,81
	20	1,50	2,0	2,60	3,32	3,50
	30	2,30	3,0	3,46	3,63	3,10
0,5 + 1,0	10	1,92	2,40	3,0	3,51	3,70
	20	2,03	2,88	3,41	3,70	3,60
	30	2,30	3,30	3,90	3,86	3,52
1,0 + 2,0	10	1,50	2,50	2,80	3,40	3,73
	20	1,80	2,50	3,20	3,71	3,92
	30	2,30	3,20	3,83	3,92	3,60

часть вещества переходит в состояние тонких пленок. Диспергирующее действие наполнителя заключается в переводе "объемной системы" в систему тонких пленок. Чем тоньше слой связующего, тем меньше хаотически расположенных и тем больше упорядоченных молекул. Максимального значения прочностные свойства достигают при таком значении содержания связующего, когда последнее распределено на поверхности наполнителя в виде тонкой пленки, толщина которой соответствует бимолекулярному слою связующего. При этом достигается предельно ориентированное состояние системы. Это подтверждают и экспериментальные данные (рис. 1, 2, 3, табл. 1, 2, 3, 4).

При слишком большом содержании наполнителя уменьшается число контактов полимер — наполнитель и увеличивается число

Таблица 3

Зависимость предела прочности при сжатии параллельно плоскости прессования от степени наполнения и содержания стекловолкна

Фракция	Содержание стекловолкна, % вес.	Содержание наполнителя, % вес.				
		30	45	60	75	90
0,5	10	453	499	561	575	544
	20	491	579	620	643	588
	30	527	632	691	742	682
1,0	10	487	541	581	593	545
	20	500	579	643	659	600
	30	527	638	713	770	685
2,0	10	437	489	528	529	473
	20	490	580	600	630	583
	30	528	620	680	700	632
0,5 + 1,0	10	482	556	611	643	593
	20	490	600	671	713	643
	30	527	631	719	754	665
1,0 + 2,0	10	490	544	611	619	581
	20	515	593	654	674	600
	30	527	630	691	727	643

Таблица 4

Зависимость предела прочности при сжатии перпендикулярно плоскости прессования от степени наполнения и содержания стекловолокна

Фракция	Содержание стекловолокну, % вес.	Содержание наполнителя, % вес.				
		30	45	60	75	90
0,5	10	262	338	378	370	353
	20	225	289	328	319	301
	30	215	260	288	275	239
1,0	10	291	342	357	350	315
	20	210	298	336	313	249
	30	215	264	281	270	212
2,0	10	229	308	348	320	275
	20	199	300	307	296	237
	30	215	251	275	262	202
0,5 + 1,0	10	274	331	359	335	300
	20	205	281	323	294	237
	30	215	261	281	253	210
1,0 + 2,0	10	214	306	345	326	285
	20	200	268	326	310	243
	30	215	262	294	260	201

контактов наполнитель — наполнитель. Связующего недостаточно для образования монолитной структуры, прочность пластика уменьшается. Так, с увеличением содержания наполнителя до 90% предел прочности при сжатии (табл. 3, 4), предел прочности при статическом изгибе (рис. 1, 2, 3, табл. 1) падают.

Введение стекловолокна, как показали результаты исследований (рис. 1, 2, 3, табл. 1, 2, 3, 4), усиливает прочностные свойства композиционного древесного пластика. Усиливающее действие стекловолокна больше, чем дисперсных наполнителей благодаря значительной склонности к образованию собственных структур в среде полимера [4, 5]. Стекловолокно оказывает существенное влияние на типы возникающих надмолекулярных структур. Моноволокна не являются центрами возникновения сферолитов. На

границе раздела полимер — твердое тело возникает напряжение, которое вызывает начало кристаллизации. Мелкорубленое волокно способствует образованию мелкосферолитной структуры, причем размер сферолитов меньше, чем в случае применения дисперсных наполнителей. Образовавшаяся стабильная мелкосферолитная структура обеспечивает изотропность свойств, обеспечивает высокие прочностные показатели и хорошую стойкость материала.

Сопряженное посредством связующего с опилками стекловолокно благодаря механическим, химическим и электростатическим процессам образует каркас, который вовлекает в работу через контактные точки все составляющие монолита пластика. Число контактных точек (слоев) велико ввиду очень высокой удельной поверхности стекловолокна и опилок. Стекловолокно, обладая низкой деформативностью, будет принимать на себя значительные усилия, а, поскольку прочность стекловолокна выше прочности остальных составляющих, прочность армированных пластиков зависит от содержания стекловолокна.

Кроме того, прочность армированного материала в значительной степени определяется адгезией полимера к армирующим волокнам [6]. Как показали исследования [7], энергия активации адгезионной связи, ответственной за адгезию полиэтилена высокой плотности и воздушно-сухому стекловолокну, составляет 5,8 ккал/моль, что соответствует энергии водородной связи. Следовательно, при взаимодействии полиэтилена с воздушно-сухим стекловолоком между силанольными группами волокна и карбонильными группами полиэтилена образуются водородные связи.

Таким образом, введение стекловолокна в состав композиционных пластиков усиливает прочностные показатели.

Л и т е р а т у р а

1. Армированные полимерные материалы. Под ред. З.А. Роговина. М., 1968.
2. Асланова М.С. Волокно, нити и ткани из стекла. М., 1945.
3. Огибалов П.М., Ломакин В.А. Механические свойства стеклопластиков. — "Инженерный сборник", 1960, № 30.
4. Власова К.Н. и др. Полиамиды, армированные мелкорубленным стекловолоком. — "Пластические массы", 1971, № 1.
5. Олехнович и др. Свойства стеклонеполненных полиэтиленов. — В сб.: Обмен опытом в радиопромышленности, 1971, № 5.
6. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. М., 1969.
7. Акутин М.С. и др. Наполненные полиолефины — "Пластические массы", 1970, № 12.