

Влияние тропического климата на прочность конструкционных полимеров

Э. С. УМАНСКИЙ, Н. С. ШИДЛОВСКИЙ, Л. Л. СТЕЖКО,
Р. М. КАСЬЯН, В. С. СЫЧОВ, Б. Н. РЫБАКОВ

В ряде случаев конструктивные элементы, выполненные из полимерных и композиционных материалов, длительное время эксплуатируются в условиях морского климата и прямого воздействия солнечной радиации. При этом, как показала практика, в результате активизации процессов естественного старения таких материалов изменяются их прочностные и деформационные характеристики, возникает опасность преждевременного разрушения.

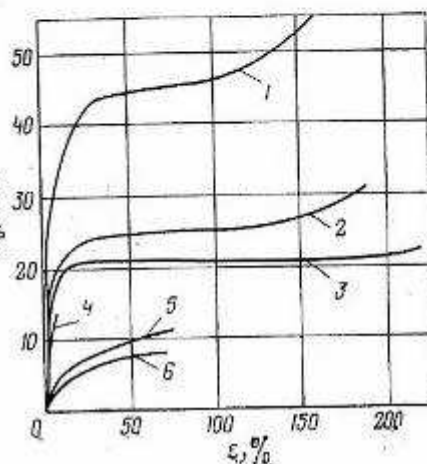
Объектами исследования служили полипропилен (ПП) марки Мапрон К, полиэтилен высокого давления (ПЭВД), полиэтилен низкого давления (ПЭНД), полиамид марки 12Б (ПА-12Б), полиамид марки 68 (ПА-68), сополимер стирола с α -метилстиролом (САМ), полистирол блочный марки Д (ПС), полифениленоксид листовой (ПФО) и листовой фольгированный (ПФОФ), текстолит марки А (ТА). Эти материалы подвергали длительной экспозиции в тропической зоне Тихого океана и определяли прочностные и деформационные свойства.

Образцы экспонировали на научно-исследовательских судах, совершавших рейсы в тропической зоне Атлантического и Индийского океанов. В соответствии с ГОСТ 9.034-74 определяли параметры коррозионной агрессивности атмосферы. Так, продолжительность увлажнения поверхности образца фазовой пленкой (жидкими осадками и росой) составляла 6150 ч/год, продолжительность увлажнения поверхности образца адсорбционной пленкой, образующейся при относительной влажности $\geq 70\%$ в отсутствие осадков и росы, — 580 ч/год, содержание в атмосфере анионов хлора — 18—20 мг/см³, среднегодовая температура воздуха — 25—30 °С при относительной влажности 60—70%. Половину образцов выдерживали на открытой палубе с целью воздействия прямых солнечных лучей, другую половину образцов хранили в трюме.

Образцы в виде двухсторонних лопаток из ПП, ПЭВД, ПЭНД, ПА-12Б, ПА-68 и ПС имели длину рабочей части 45 мм, ширину 5 мм; образцы из САМ, ПФО, ПФОФ и ТА — 70 и 10 мм соответственно. Толщина всех образцов составляла 3 мм; толщина ПФО и ПФОФ — 2,1 и 2,2 мм.

Испытание на растяжение проводили на экспериментальном стенде с использованием разрывной машины «М-500». Усилия разрыва измеряли кольцевым динамометром с наклеенными на него проволочными тензорезисторами. Показания диаграмм деформирования записывали с помощью одноточечного самопишущего потенциометра «ЭПП-09». Кинематическая схема установ-

Диаграммы деформирования образцов ПА-12Б (1, 2), ПЭВД (3, 4) и ПЭНД (5, 6) в исходном состоянии (1, 3, 5) и после 12 мес экспозиции на палубе (2, 4, 6).



Механические характеристики различных полимерных материалов после экспозиции на борту научно-исследовательского судна

Материал	Разрушающее напряжение при разрыве, МПа			Относительное удлинение при разрыве, %			Остаточное относительное удлинение после разрыва, %			Модуль упругости при растяжении, МПа		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
ПП	31,4	32,4	29,5	399	417	416	225	236	299	635	633	693
ПЭВД	10,6	9,8	8,1	76,1	73,5	69,6	18,4	17,0	15,2	—	—	—
ПЭНД	21,9	19,1	13,5	223	216	3,3	179	182	—	450	393	492
ПА-12Б	54,6	31,8	31,0	158	170	179	129	132	139	648	364	283
ПА-68	63,2	56,2	56,8	404	329	326	212	173	189	564	529	589
САМ	47,3	45,2	31,4	1,50	1,31	1,17	—	—	—	3670	2930	2260
ПС	53,6	51,2	46,5	3,58	2,94	2,57	—	—	—	2110	2010	1850
ПФО	83,9	70,1	58,4	4,10	2,76	2,63	—	—	—	3310	2960	2560
ПФОФ	84,5	82,1	81,5	4,06	3,78	3,62	—	—	—	3240	2800	3370
ТА	56,5	37,2	53,1	2,45	2,37	2,28	—	—	—	4140	4520	5870

Примечание. I — образцы в исходном состоянии; II — после 12 мес экспозиции в трюме; III — после 12 мес экспозиции на палубе.

ки, а также подробное описание системы записи усилий и деформаций были описаны ранее*.

В процессе растяжения образцов при комнатной температуре со скоростью перемещения захвата разрывной машины 10 мм/мин записывали диаграммы деформирования, по которым определяли прочность и деформативность.

Исходные партии образцов были подвергнуты механическим испытаниям вскоре после изготовления. Каждая партия состояла из 12—15 образцов. В результате статистической обработки экспериментальных данных были определены стандартные отклонения, коэффициенты вариации и доверительные интервалы для каждой выборки.

Установлено, что на свойства полимеров существенно влияют время экспозиции и климатические условия (рисунок).

Анализ изменения прочностных, деформационных и упругих свойств образцов каждой группы материалов, подвергнутых климатической обработке, проводили отдельно (таблица). ПП характеризуется высокой стабильностью механических свойств, в том числе при воздействии солнечной радиации. При хранении образцов из ПП в условиях прямого воздействия солнечной радиации наблюдается существенное снижение разрушающего напряжения при растяжении (σ_B) и практически полное их охрупчивание (см. рис. 1, кривые 3, 4). Образцы из ПЭВД несколько меньше подвержены старению в указанных условиях. Их σ_B за 12 мес экспозиции образцов на палубе снизилось не более чем на 25% без существенного изменения относительного удлинения при разрыве (E). Для этих материалов характерна незначительная скорость старения в условиях морского климата без прямого доступа солнечных лучей.

На интенсивность процесса старения ПА-12Б и ПА-68 прямое воздействие солнечной радиации практически не влияет. Так σ_B ПА-12Б в течение 12 мес пребывания в трюме и на палубе судна по сравнению с исходным значением уменьшилось соответственно на 41 и 43%. Отмечено некоторое повышение ϵ и значительное уменьшение (на 40—60%) модуля упругости при растяжении (E_B) ПА-12Б. Следует отметить, что солнечная радиация существенно влияет на прочность и деформативность САМ. Величины σ_B и E_B ПС мало изменились в условиях воздействия тропиков, в то время как ϵ за 12 мес заметно уменьшилось. Прочность и деформативность образцов из ПФО при выдержке в условиях тропиков изменились значи-

тельно. За 12 мес хранения в условиях воздействия солнечных лучей σ_B уменьшилось более чем на 30%, а ϵ — почти на 40% по сравнению с исходными значениями. Отсутствие доступа солнечных лучей в той или иной степени замедляло процесс старения. При фольгировании листового ПФО скорость старения существенно снижалась. В исследованном временном интервале σ_B ПФОФ уменьшилось не более чем на 4%, а ϵ — на 11% по сравнению с исходной величиной. На механические характеристики исследованного типа текстолита условия тропического климата практически не действовали.

УДК 678.743.92:621.792

Влияние олигоэфиракрилатов на адгезионную прочность пластизольных покрытий

Г. В. КАРПУХИНА, В. Б. МОЗЖУХИН, С. М. ЮШКОВА, В. В. ГУЗЕЕВ, А. А. ТАГЕР

Одним из известных способов повышения адгезионной прочности покрытий из поливинилхлоридных (ПВХ) пластизолов является введение в их состав олигоэфиракрилатов (ОЭА), полимеризующихся при термообработке [1, 2]. Однако механизм этого явления изучен недостаточно. Считают [3], что адгезионная прочность полимерных покрытий, содержащих ОЭА, возрастает главным образом под влиянием карбонильных групп олигомера, образующих прочные адгезионные связи с поверхностью субстратов. При этом не учитывают изменение физико-механических свойств покрытия в процессе полимеризации ОЭА, а также жесткость покрытия в большой степени определяет его адгезионную прочность [1, 4, 5]. В связи с этим исследование причин улучшения адгезионных свойств ПВХ-пластизолов при введении в их состав ОЭА представляет практический интерес.

В качестве объектов исследования использовали композиции содержащие на 100 масс. ч. пастообразующего ПВХ марки «Сп роц 708» 100 масс. ч. диоктилфталата (ДОФ), часть котор-

* Уманский Э. С. и др. Проблемы прочности, 1980, № 10, с. 104.