

Н. А. Дитякина, магистрант; О. В. Стальмахович, студент;
М. М. Ревяко, профессор; О. М. Касперович, ассистент

ТЕРМОПЛАСТЫ, АРМИРОВАННЫЕ ХИМИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ

The article dwells upon some physico-mechanical properties of composite materials on the basis of thermoplasts and chemical fibers.

Термопластичные композиционные материалы (ТКМ) стремительно вошли во второй этап своего развития с конца 70-х – начала 80-х годов, как только появились технологические методы совмещения непрерывных армирующих волокон со связующими из высокомолекулярных линейных полимеров. Благодаря созданию ТКМ второго поколения открылась перспектива дальнейшего совершенствования как конструкционных, так и технологических возможностей ТКМ. Сегодня эта перспектива стала реальностью, и доказательства преимущества ТКМ перед армированными реактопластами можно найти не только в научно-технической периодике, но и в справочной литературе [1, 2].

К конструкторским преимуществам ТКМ относят надежность изделий из них, достигаемую прежде всего благодаря низкому уровню остаточных напряжений, релаксирующих в термопластичной матрице в первые часы после формирования изделий. Известны также повышенная демпфирующая способность и высокая ударная вязкость ($600\text{--}700 \text{ кДж/м}^2$), водо-, хемо- и огнестойкость ТКМ.

Не менее значительны технологические преимущества ТКМ. К ним относятся неограниченная жизнеспособность сырья и полуфабрикатов, резкое сокращение цикла формования изделий вследствие исключения необходимости отверждения связующего, расширение технологических возможностей за счет применения характерных для термопластов способов организации производства – гибки, штамповки, рулонирования, послойного комбинирования листовых заготовок, сварочной сборки деталей и т. п. Дополнительные перспективы открываются снижением трудоемкости исправления технологических дефектов – сваркой, действием растворителя, местным деформированием элементов конструкции, а также возможностью утилизации отходов и вторичной переработки изделий, что создает предпосылки и для эффективного решения экологических проблем [3, 4].

Широкий спектр исследований по установлению закономерностей физико-химических факторов, происходящих в композиционных материалах на границе раздела фаз и в объеме полимера, позволил повысить научно-технический уровень технологии стеклопластиков и различных наполненных полимерных материалов.

Одним из эффективных путей решения проблемы придания композициям широкого комплекса свойств является применение в качестве армирующей системы химических волокон. Однако исследование проблемы, связанной с физической химией и технологией композитов на основе химических волокон, в Беларуси практически только начато. В настоящее время нет достаточных научных и экспериментальных данных для создания теории армирования полимеров химическими волокнами, позволяющей связать химическую природу и структуру исходных полимеров с физико-механическими свойствами получаемых композиционных материалов.

В связи с этим целью данной работы являлась разработка технологии получения и переработки композиционных материалов. Ставилась задача установления четких представлений о технологии процесса, т. к. специфические особенности структуры химических волокон требуют иного технологического подхода при получении композита, чем это принято, например, при армировании стеклянными или другими минеральными веществами. Отсутствие представлений о механизме действия химических волокон на полимерную матрицу в процессе формирования и в готовом материале не позволяет реализовать все потенциальные возможности этого нового класса композиционных материалов.

В данной работе исследуются композиции на основе полиолефинов (ПП, ПЭВД, СЭВА), наполненных химическими волокнами (полипропиленовым, полиамидным, акриловым и стекловолокном), а также на основе полистирольных пластиков (ПС, УПС, АБС), наполненных полиамидным и полипропиленовым волокном в количестве 5–30 г на 300 г. Переработка материала велась методом литья под давлением. Были проведены исследования композиций по основным физико-механическим свойствам, таким как прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве (ГОСТ 11262-80), прочность при статическом изгибе (ГОСТ 4648-71) и ударная вязкость (ГОСТ 4647-80). Стандартные образцы в виде брусков и лопаток получали на литьевой машине модели ДЗ328, а испытывали на разрывной машине модели Р-05 и маятниковом копре.

Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что при введении в полиэтилен высокого давления волокнистых наполнителей практически в 2–3 раза увеличивается прочность при статическом изгибе композиций (рис. 1), прочность при растяжении незначительно возрастает (рис. 2), а относительное удлинение при разрыве снижается.

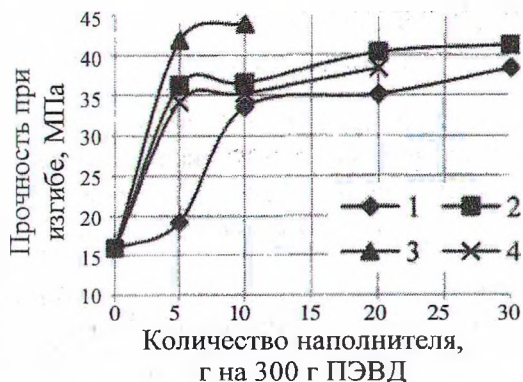


Рис. 1. Зависимость от количества наполнителя прочности при изгибе композиций на основе ПЭВД и химических волокон: 1 – ПА волокно; 2 – стекловолокно; 3 – ПП волокно; 4 – акриловое волокно

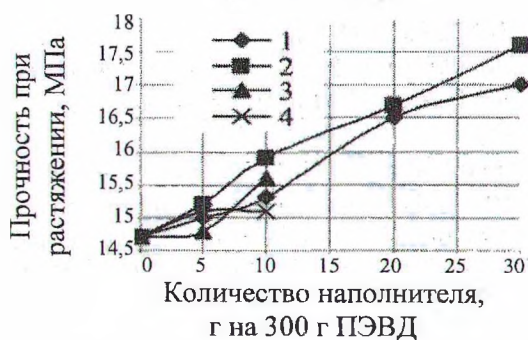


Рис. 2. Зависимость от количества наполнителя прочности при растяжении композиций на основе ПЭВД и химических волокон: 1 – ПА волокно; 2 – стекловолокно; 3 – ПП волокно; 4 – акриловое волокно

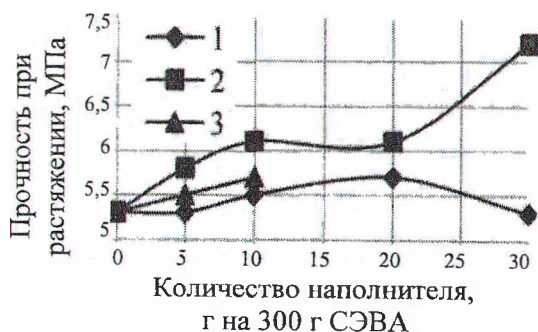


Рис. 3. Зависимость от количества наполнителя прочности при растяжении композиций на основе СЭВА и химических волокон: 1 – ПА волокно; 2 – стекловолокно; 3 – ПП волокно

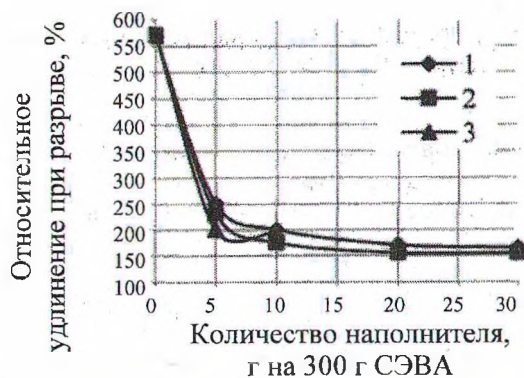


Рис. 4. Зависимость от количества наполнителя относительного удлинения при разрыве композиций на основе СЭВА и химических волокон: 1 – ПА волокно; 2 – стекловолокно; 3 – ПП волокно

При введении химических волокон в ПП (табл. 1) наблюдается значительное снижение относительного удлинения при разрыве, а также ударной вязкости, но при этом достигаются высокие значения прочности при растяжении и прочности при изгибе.

Таблица 1
Основные физико-механические характеристики композиций на основе ПП и химических волокон

Количество наполнителя, г на 300 г ПП	Прочность при растяжении σ_p , МПа	Относительное удлинение при разрыве ϵ_p , %	Прочность при изгибе $\sigma_{из}$, МПа	Ударная вязкость α_n , кДж-см/см ²
Композиция с ПА волокном				
0	31,2	106,7	36,7	12,5
5	59,31	98,5	63,4	13
10	71,9	86,7	92,4	15
20	79,8	51,7	93,5	18
30	89,9	43,9	96,0	13,3
Композиции со стекловолокном				
5	75,3	27,8	56,5	13
10	76,4	26,2	57,4	16,7
20	80,2	22,2	55,9	16
30	81,3	20	55,9	12,7
Композиция с ПП волокном				
5	73,2	19,3	68,3	16,1
10	85,4	19	83,2	16,3

При получении композиций на основе СЭВА (рис. 3, 4) введение армирующих наполнителей не оказывает существенного влияния на основные механические характеристики (наблюдается незначительное увеличение прочности при растяжении и снижение относительного удлинения при разрыве).

При введении полиамидного и полипропиленового волокна в полистирольные пластики также наблюдается повышение основных прочностных характеристик композиций (табл. 2, 3). Предположительно, данное повышение прочности обуславливается изменением структуры полимера, т. е. образованием абсорбционного слоя полимера на по-

верхности наполнителя с более плотной упаковкой полимера в матрице у поверхности волокна [3, 4].

Таблица 2

Основные физико-механические характеристики композиций на основе ПС и химических волокон

Количество наполнителя, г на 300 г ПС	Прочность при растяжении σ_p , МПа	Относительное удлинение при разрыве ϵ_p , %	Прочность при изгибе σ_b , МПа	Ударная вязкость a_m , кгс-см/см ²
Композиция с ПА волокном				
0	39,2	2	65	4
10	46	1,8	67,4	5,2
20	47	1,6	68,7	5,3
30	49	1,4	70,7	5,9
Композиция с ПП волокном				
10	40,1	1,8	63	4,8
20	43	1,8	64	5,6

Таблица 3

Основные физико-механические характеристики композиций на основе УПС и химических волокон

Количество наполнителя, г на 300 г УПС	Прочность при растяжении σ_p , МПа	Относительное удлинение при разрыве ϵ_p , %	Прочность при изгибе σ_b , МПа	Ударная вязкость a_m , кгс-см/см ²
Композиция с ПА волокном				
0	23	19	49	6
10	24,1	14,5	52,2	7,4
20	25	13	56	7,6
30	28	11,5	56,1	7,7
Композиция с ПП волокном				
10	25	13,5	49,8	6,9
20	27,8	12	55	7,0

Так, введение волокнистых наполнителей придает высокие прочностные и теплофизические свойства композиции, т. е. позволяет получать материалы конструкционного назначения.

Таким образом, разработаны технологии получения материалов и составы композиций, свойства которых приближаются по своим значениям к мировым аналогам.

Литература

1. Армированные термопласты – перспективные композиционные материалы. Технология изготовления конструкций и изделий / В. В. Кушелев, Е. А. Герасимов. – М.: Химия, 1991. – 131 с.
2. Основные направления развития композиционных термопластичных материалов / И. А. Айзинсон, Б. Е. Восторгов, М. А. Кацевман и др. – М.: Химия, 1989. – 47 с.
3. Термопласты конструкционного назначения / П. Г. Бабаевский, В. М. Виноградов, Н. Я. Валецкая. – М.: Химия, 1975. – 239 с.
4. Артеменко С. Е. Свойства и области применения композиционных материалов, армированных химическими волокнами. – Саратов: СПИ, 1982. – 84 с.
5. Полуянович В. Я. Новые материалы // Промышленность Белоруссии. – 1976. – № 9. – С. 75–76.
6. Малинский Ю. М. О влиянии твердой поверхности на процессы релаксации и структурообразования в пристенных слоях полимеров // Успехи химии. – 1970. – Т. 39. – № 8. – С. 1511–1535.