

УДК 677.494: 677.529

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АППРЕТИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Н.Н. Демина*, А.Н. Трофимов*, В.Я. Варшавский**,
Д.И. Кривцов***, А.В. Габерлинг****

(*Научно-производственное объединение «Стеклопластик», Московская область;

**Холдинговая компания «Композит», Москва;

***Научно-производственное предприятие «Химпромминжиниринг», Москва;

****ООО «Аргон», Саратовская область)

Высокопрочные, высокомодульные углеродные волокна являются в настоящее время наиболее эффективными армирующими наполнителями композиционных материалов. В качестве связующего в таких композитах чаще всего используются эпоксидные смолы. Активность неполярной поверхности углеродных волокон, прошедших при изготовлении термообработку при температуре около 1500 °С в неокисляющей среде, приводит к слабому взаимодействию с полярными группами эпоксидных смол.

Для повышения интенсивности их взаимодействия используют два приема. Поверхность углеродных волокон активируют (окисляют), что повышает удельную поверхность волокна и приводит к образованию поверхностных кислородсодержащих групп, а также наносят на поверхность тонкий слой олигомеров, как правило, содержащих активные эпоксидные или аминокгруппы. Такой слой позволяет заметно повысить адгезионное взаимодействие между активными группами углеродного волокна и функциональными группами связующего.

Назначение аппрета, однако, не ограничивается усилением адгезии между наполнителем и связующим в композите. В связи с высокой хрупкостью и легкой истираемостью углеродных волокон важное значение приобретает их защита от разрушения при последующих переработках — ткачестве, получении препрега, намотке и т.п. Поэтому аппреты для углеродных волокон должны обладать как сродством к волокну и связующему, так и высокими лубрикатными свойствами. Кроме этого, аппреты должны снижать напряжения, возникающие на поверх-

ности волокно — матрица при динамических нагрузках вследствие разницы в деформационных характеристиках этих компонентов композита. До настоящего времени на производстве углеродных волокон в России применялись аппреты, состоящие из эпоксидных смол. После сушки слой таких смол, несмотря на его малую толщину, остается хрупким и сообщает эту хрупкость волокнам, не повышая способность волокна к последующей обработке.

В данной работе для аппретирования углеродных волокон использовался комплексный состав, содержащий водные дисперсии эпоксидной смолы и полиуретана, а также водный раствор триалкоксисилана. Полиуретан добавлялся для стабилизации дисперсии и повышения эластичности аппретированного волокна, а триалкоксисилан играл роль эластичной сшивки молекул аппрета и придания ему свойств лубриканта. В результате предварительного исследования различных вариантов приготовления аппрета из ряда исходных соединений были выбраны основные составы, обеспечивающие стабильность дисперсии в течение 3 суток. При диаметре углеродного волокна 7–8 мкм размер частиц водных дисперсий не превышал 0.45 мкм, что обеспечивало их проникновение между отдельными волокнами и смачивание внутренних филаментов в жгуте.

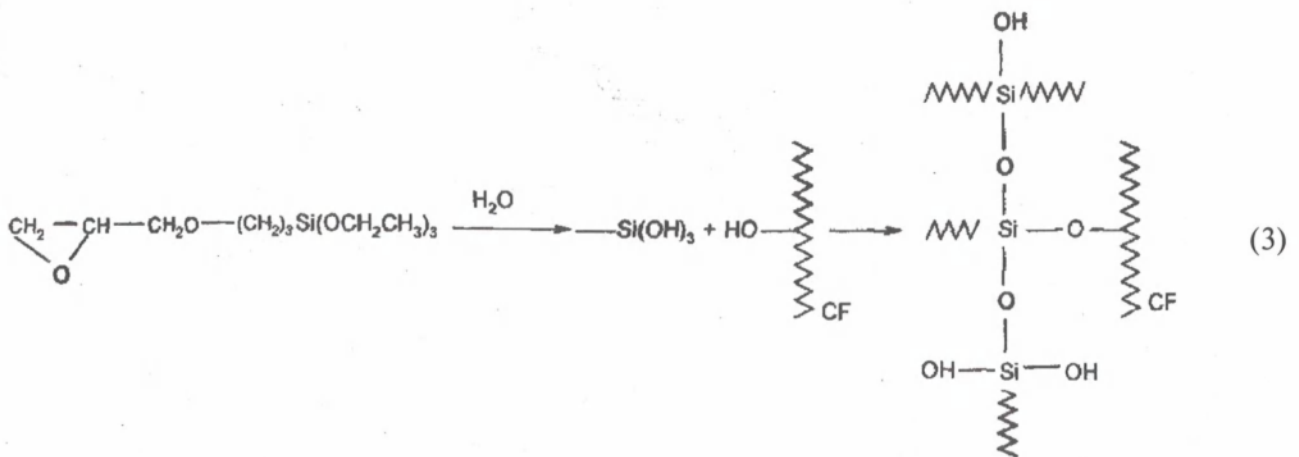
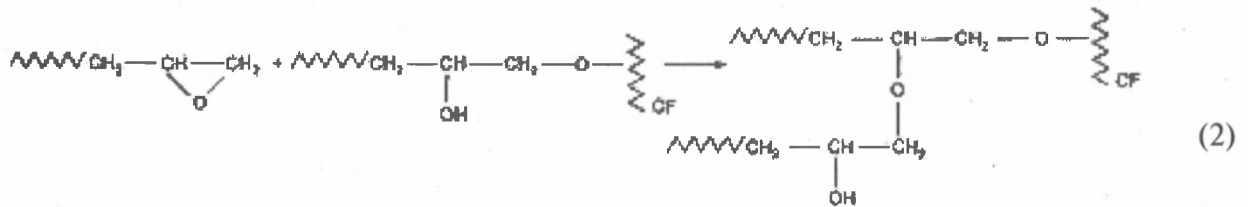
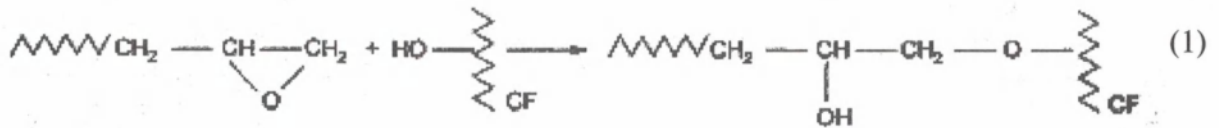
Химическое взаимодействие кислородсодержащих групп на поверхности углеродного волокна с эпоксигруппами, подробно рассмотренное в ряде работ*, в общем виде описывается схемами (1) и (2). При этом схема (1) отражает взаимодействие волокна со смо-

E-mail: Avtor@cnt.ru

* Например: Greulich H. In: Werkstoffauswahl für Verbundstrukturen aus CFK. — Braunschweig: Inst. für Strukturmechanik. 1985. — S.131-156.

лой, содержащейся в аппрете, а схема (2) — взаимодействие аппрета со смолой связующего. Содержащие кремний аппреты могут взаимодействовать с группами $-OH$ на поверхности активированного углеродного волокна по схеме (3).

Состав опытных аппретов: *аппрет 1* — водно-эпоксидная дисперсия ЭДВС-95, водная дисперсия полиуретана и триалкоксисилан; *аппрет 2* — водно-эпоксидная дисперсия Neoxil-965, жировая эмульсия и триалкоксисилан; *аппрет 3* — водно-



Опытные работы по аппретированию углеродных жгутов марки УКН были проведены на производстве ООО «Аргон». Для приготовления аппретирующих составов использовали в различных соотношениях следующие компоненты: водная дисперсия эпоксидной смолы марки ЭДВС-95, полиуретановая дисперсия марки «Аппретан», триалкоксисилан марки «Силквест» и жировой замасливатель марки «Нионикс ЖТМ». Для оценки качества полученных углеродных жгутов определяли характеристики волокон (в том числе устойчивость к истиранию) и углепластиков со смолой ЭНФБ. Параллельно исследовали три вида опытных аппретов и стандартный аппрет на основе эпоксидных смол.

эпоксидная дисперсия ЭДВС-95 и триалкоксисилан.

Анализ результатов, полученных при испытаниях образцов углеродных волокон с различными видами аппрета, показывает (таблица), что опытные аппреты по сравнению со стандартным улучшают свойства волокна и углепластика на его основе.

Прочность элементарных нитей с опытным аппретом несколько уступает прочности нити со стандартным аппретом, однако степень реализации прочности в углепластике и соответственно значения реализованной прочности при использовании опытных аппретов существенно выше. Опытные аппреты типа 2 и 3 позволяют на 80% повысить устойчивость углеродных жгутов к истиранию.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АППРЕТИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

*Н.Н. Демина**, *А.Н. Трофимов**, *В.Я. Варшавский***,
*Д.И. Кривцов****, *А.В. Габерлинг*****

*(*Научно-производственное объединение «Стеклопластик», Московская область;*

***Холдинговая компания «Композит», Москва;*

****Научно-производственное предприятие «ХимпромИнжиниринг», Москва;*

*****ООО «Аргон», Саратовская область)*

Исследован процесс аппретирования углеродных волокон различными аппретами. Анализ полученных результатов показывает, что опытные аппреты по сравнению со стандартным улучшают свойства волокна и углепластика на его основе. Прочность элементарных нитей с опытным аппретом несколько уступает прочности нити со стандартным аппретом, однако степень реализации прочности в углепластике и соответственно значения реализованной прочности при использовании опытных аппретов существенно выше. Опытные аппреты типа 2 и 3 позволяют на 80% повысить устойчивость углеродных жгутов к истиранию.