

## **ДИНАМИЧЕСКИ ВУЛКАНИЗОВАННЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ РАНДОМ ПОЛИПРОПИЛЕНА, БУТАДИЕН- НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА И КАОЛИНА**

С целью улучшения смешиваемости и технологической совместимости СКН с РПП использовали компатибилизатор, представляющий собой привитой сополимер ПП с метакриловой кислотой – (ППМАК). Синтез ППМАК проводили в 5%масс. растворе ПП в ксилоле при температуре 125-130°C в течение 2-х часов. В процессе комплексно-радикальной привитой сополимеризации ПП с метакриловой кислотой использовали иницирующую систему перекись-амин. Для испытания был отобран компатибилизатор ППМАК, в котором содержание привитого МАК составляло 19%масс. Смешение полимерных смесей осуществляли на фрикционных вальцах при температуре 170°C. После расплавления РПП вводили компатибилизатор ППМАК в количестве 5%масс. После этого в этот расплав вводили СКН и каолин. Для проведения исследований в этом направлении в качестве композиционных материалов были использованы полимерные смеси РПП с 40%масс. содержанием СКН различных марок. Эти композиции использовали в качестве полимерной матрицы для получения на их основе нанокмпозитов. При этом в качестве наполнителя использовали каолин. Результаты исследования влияния концентрации каолина на свойства полимерных смесей на основе РПП+СКН сведены в таблицу-1. Следует при этом отметить, что в полимерных смесях, содержащих СКН-18 и СКН-26 концентрация ППМАК в смеси составляла 5%масс, а в образцах, где в качестве эластомерного компонента использовали СКН-40 концентрация ППМАК составляла 7%масс. Повышение концентрации ППМАК в полимерной смеси РПП+СКН-40 связано с тем, что с увеличением концентрации нитрильных групп в макроцепях СКН и соответственно полярности эластомера требуется сравнительно большее количество компатибилизатора для поддержания их технологической совместимости с РПП. Анализируя экспериментальные данные, приведенные в таблице-1, можно установить, что введение даже небольшого количества наночастиц каолина приводит к заметному улучшению физико-механических

Таблица-1. Физико-механические свойства композиционных материалов на основе смеси РПП+40%масс.СКН в присутствии 5-7%масс. ППМАК и наночастиц каолина.

№	Состав композиции, %масс.	Разрушающее напряжение $\sigma_p$ , МПа	Предел текучести при растяжении $\sigma_T$ , МПа	Относительное удлинение, %	ПТР г/10мин	Теплостойкость, °С
1	РПП	28.5	30.2	255	1.78	131
2	РПП+СКН-18	11.3	11.3	35	0.61	85
3	РПП+СКН-18+0.2К	12.1	12.1	50	0.75	85
4	РПП+СКН-18+0.5К	13.2	13.2	55	0.87	85
5	РПП+СКН-18+1.0К	14.5	14.5	65	1.22	86
6	РПП+СКН-18+3.0К	15.9	15.9	50	1.91	87
7	РПП+СКН-18+5.0К	16.2	16.2	40	2.67	88
8	РПП+СКН-18+10.0К	14.3	14.3	30	3.60	89
9	РПП+СКН-26	10.9	10.9	35	0.57	88
10	РПП+СКН-26+0.2К	11.5	11.5	45	0.73	88
11	РПП+СКН-26+0.5К	12.6	12.6	55	0.90	89
12	РПП+СКН-26+1.0К	13.8	13.8	55	1.35	89
13	РПП+СКН-26+3.0К	15.7	15.7	60	1.89	90
14	РПП+СКН-26+5.0К	16.6	16.6	60	2.98	90
15	РПП+СКН-26+10.0К	15.5	15.5	35	3.42	91
16	РПП+СКН-40	10.1	10.1	25	0.54	92
17	РПП+СКН-40+0.2К	11.3	11.3	35	0.66	92
18	РПП+СКН-40+0.5К	12.2	12.2	55	0.91	93
19	РПП+СКН-40+1.0К	13.2	13.2	65	1.22	93
20	РПП+СКН-40+3.0К	14.6	14.6	65	1.57	94
21	РПП+СКН-40+5.0К	15.3	15.3	45	2.54	94
22	РПП+СКН-40+10.0К	14.4	14.4	30	3.12	95

каолин –К

характеристик нанокомполитов. Введение до 3.0%масс. каолина включительно сопровождается тем, что его наночастицы оказывают такое же действие на полимерную матрицу, как известные структурообразователи [1,2]. Это объясняется, во-первых, тем, что наночастицы имеют более развитую поверхность для контакта с макроцепями полимерной матрицы, в результате которого усиливаются ориентационные эффекты в межфазной области. Последнее обстоятельство способствует тому, что образуются дополнительные гетерогенные центры зародышеобразования, способствующие формированию мелкосферолитных кристаллических образований. Во-вторых, наличие компатибилизатора способствует повышению в целом полярности полимерной матрицы, что однозначно сказывается на улучшении адгезионного контакта в граничной зоне полимер-наполнитель.

Из полученных данных можно констатировать, что при 40%масс. содержании СКН в составе композиции РПП разрушающее напряжение и предел текучести при растяжении равны между собой.

Этот факт имеет важное значение, так как свидетельствует о том, что в рассматриваемых образцах пластическая деформация сменилась на высокоэластическую, характерную для резин. Структурообразующее действие наночастиц каолина в рассматриваемых нанокompозитах проявляется, также, в некотором возрастании их относительного удлинения. Сравнительно лучшими прочностными свойствами обладают нанокompозиты на основе смеси РПП+СКН-26. Другим важным моментом является повышение теплостойкости нанокompозитов с ростом концентрации каолина в их составе. Полученные данные в целом подтверждают мнение о том, что каолин является усилителем композитных материалов на основе РПП+СКН.

Если обратить внимание на характер изменения ПТР образцов, то можно заметить, что с ростом концентрации каолина наблюдается закономерное возрастание величины этого показателя. Интерпретируется это тем, что природный каолин имеет слоистую структуру из пластинок. Поэтому, мы не исключаем, что в результате смешения и термомеханического воздействия на расплав полимерного композита происходит интеркаляция макроцепей в межслоевое пространство с последующим распадом слоев, т.е. «эксфолированием» их на более мелкие [3]. Это обстоятельство, собственно, и предопределяет сравнительно высокую текучесть нанокompозитов. Но, мы не исключаем также, что в межслоевом пространстве каолина возможно наличие полярных жидкостей (глицерина), обменных катионов или анионов, или поверхностно-активных веществ, которые после распада слоевых структур на более мелкие способны мигрировать в полимерную матрицу. Последнее обстоятельство способствует тому, что эти полярные жидкости подобно агентам смазки способствуют существенному улучшению ПТР нанокompозитов [3]. Сопоставляя данные в таблице можно заметить, что по мере перехода от СКН-18 до СКН-40 наблюдается некоторое снижение ПТР нанокompозитов. Связано это с тем, что с увеличением концентрации нитрильных групп в составе СКН наблюдается ожидаемое повышение вязкости каучукового компонента. Это обстоятельство соответственно оказывало влияние на некоторое уменьшение ПТР рассматриваемых нанокompозитов.

Сама идея наполненных эластопластов предопределяла возможность получения относительно упрочненных композитных материалов. Но, однако, для придания нанокompозитам явно выраженных свойств резин необходимо было рассмотреть влияние типа и концентрации сшивающих агентов на закономерность процесса формирования пространственной структуры и изменение основные

физико-механические свойства вулканизатов. В качестве сшивающего агента использовали пероксид дикумила (ПД) и серу. Объектом исследования являлся наноккомпозит на основе смеси РПП+40%масс.СКН+5.0%масс.каолин. Выбор такой композиции был обусловлен тем, что при 40%масс.СКН композиция проявляла свойства эластопласта, а при 5.0%масс. содержании каолина отмечалось наибольшее значение разрушающего напряжения при сохранении на удовлетворительном уровне теплостойкости и ПТР наноккомпозита.

Таким образом, установлено, что при концентрации СКН (СКН-18, СКН-26 и СКН-40) в составе РПП равном 40%масс. композиции начинают проявлять свойства эластопластов, которые обладают свойствами резин, а перерабатываются, как термопласты. Дается механизм компатибилизации несовместимых полимерных смесей в граничной области, согласно которому в межфазной области привитые цепи МАК встраиваются в область содержащую СКН, а основная цепь ПП в область РПП. Введение наночастиц каолина в состав композиции РПП+40%масс.СКН+5%масс.ППМАК способствовало улучшению их прочностных характеристик, ПТР и теплостойкости.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Слепцова, С.А. Структура и триботехнические свойства политетрафторэтилена, модифицированного слоистыми силикатами / С.А. Слепцова, Е.С. Афанасьева, В.П. Григорьева // Трение и износ. –2009. –Т. 30, –№ 6. –С. 587-593.
2. Кахраманов, Н.Т. Реологические свойства наноккомпозитов на основе линейного полиэтилена низкой плотности и везувиана / Н.Т. Кахраманов, И.В. Байрамова, С.С. Песецкий, Н.Б. Арзуманова, Р.В. Курбанова // Пластические массы. –2018. –№ 9-10. –С.52-55.
3. Заикин, А.Е. Морфология смеси полипропилена и бутадиен-нитрильного каучука перекисной вулканизации / А.Е. Заикин, Г.Б. Бобров // Химия, технология и использование полимеров. –2013. –№2. –С.122-125.