

## ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНОВ И НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ГОРЮЧЕСТЬ ПОЛИАМИДОВ-6

**Карими Язди Амир Эхсан, Авраменко В.Л., канд. техн. наук, проф.**  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21  
E-mail: avramenko@kpi.kharkov.ua

Снижение горючести полимерных материалов, используемых в строительстве, является актуальной задачей. При этом важным является поиск новых способов, позволяющих снизить горючесть полимеров и полимерных композиционных материалов.

В работе приведены исследования введения антипирена – полиаминофосфата и цеолита с иммобилизованным на его поверхности аминополифосфатом в процессе анионной полимеризации  $\epsilon$ -капролактама. Изучено их влияние на горючесть полиамида-6. Объектом исследования служил  $\epsilon$ -капролактама (Ф.BASF, Германия). Полимеризацию  $\epsilon$ -капро-лактама вели в присутствии активатора- гексаметилендиизоцианата (ГМДИ) (Ф.Rhodia, Франция), и катализатора- натриевой соли капролактама (NA-K) (Ф.karangin, Иран). В качестве антипиренов исследовали аминополифосфат (АПФ)(NH<sub>4</sub>NH<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)(Ф. Bovelniem, Австрия), и цеолит с модифицированной этим же антипиреном поверхностью и цеолит без модификации. Составы исследованных смесей приведены в табл. 1. Горючесть исследуемых образцов испытывали по стандарту UL 94 (ASTM E162) и по кислородному индексу (КИ) (ASTM D 2863). Определение разрушающего напряжения при растяжении проводили по методу (ASTM D638) и ударной вязкости по стандарту (ASTM D256).

Таблица 1 – Составы смесей

Содержание, %масс.						
ГМДИ	Na-K	Цеолит модифицированный	Цеолит не модифицированный	АПФ	$\epsilon$ - капро-лактама	Код образца
1	2	3	4	5	6	7
4	4	-	-	-	92	A
4	4	-	-	5	92	B
4	4	-	-	10	92	C
4	4	-	5	-	92	D
4	4	-	10	-	92	E
4	4	-	15	-	92	F
4	4	-	20	-	92	G

1	2	3	4	5	6	7
4	4	5	-	-	92	H
4	4	10	-	-	92	I
4	4	15	-	-	92	L
4	4	20	-	-	92	M

В таблице 2 представлены результаты проведенных исследований.

Таблица 2 – Результаты исследований

Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	Модуль Юнга, мПа	Кислородный индекс %	UL94		Код образца
			направление вертикальное	направление горизонтальное	
11.2	1200	19	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	A
8.7	810	24	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	B
9.3	860	26	V <sub>1</sub>	V <sub>0</sub>	C
8.4	1325	23	—	—	D
7.6	1390	25	—	—	E
6,2	1470	30	—	—	F
4,5	1430	33	—	—	G
9,5	1280	21	—	—	H
8,3	1320	23	—	—	I
7,5	1100	28	—	—	L
5	900	32	—	—	M

Из таблицы видно, что введение в состав полимеризуемой смеси АПФ в количестве 5 и 10% приводит к уровню горючести образцов до категории V<sub>0</sub> – V<sub>2</sub>, при этом кислородный индекс образцов увеличивается с 19 (исходные не содержащие антипиренов) до 24-26%, при этом наблюдается снижение механических свойств образцов: ударной вязкости с 11,2 до 8,7-9,3 кДж/м<sup>2</sup>, а модуль Юнга с 1200 до 810-860 мПа.

Иначе проявляет себя в исследованных смесях цеолит. В области малого содержания (5-10%) величина кислородного индекса практически такая же, как и у образцов с АПФ. При этом наблюдается снижение ударной вязкости и существенный рост модуля упругости. Это можно объяснить наличием в образцах неорганической фазы, приводящей к повышению их жесткости, что обуславливает снижение ударной вязкости и рост модуля упругости.

С увеличением содержания как не модифицированного, так и модифицированного цеолита наблюдается значительный рост кислородного индекса (с 19% у исходных образцов до 30-33% у образцов, содержащих модифицированный и не модифицированный цеолит).

Таким образом, проведенные исследования показывают возможность существенного снижения горючести полиамида-6 путем введения антипиренов и наполнителей в процессе анионной полимеризации  $\epsilon$ -капролактама.

1. Кодолов В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. – М.: Химия, 1976. – 160 с.

2. Соломатина О.Б. Некоторые вопросы кинетики и механизма реакции гидролитической полимеризации капролактама. – М.: МГУ, 1967.

## **ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Пахолюк О.А.**, канд. техн. наук, **Задорожнікова І.В.**, канд. техн. наук,  
**Пасічник Р.В.**, канд. техн. наук

*Луцький національний технічний університет*

*43018, Україна, м. Луцьк, вул. Потебні, 56*

*E-mail: kronos@newmail.ru*

В сучасному світі гостро постає питання економії природних ресурсів, тому розробка, дослідження і впровадження нових ефективних теплоізоляційних матеріалів займає важливе місце в розвитку новітніх будівельних технологій.

Заявлені виробником характеристики і властивості матеріалів (особливо найновіших) не завжди відповідають дійсності. Нажаль, до цього часу не було проведено масштабне дослідження, яке б дало змогу об'єктивно порівняти роботу різних утеплювальних матеріалів при застосуванні їх у різноманітних технологіях утеплення будівель і споруд.

Для отримання порівняльних характеристик найуживаніших утеплювальних матеріалів в однакових умовах дослідження проводились на натурних зразках систем утеплення, влаштованих на тонкостінних конструкціях із забезпеченням однакових умов експерименту.

Найбільш дешевою і найбільш енергоефективною системою утеплення є система на основі пінополістиролу, але вона має ряд серйозних недоліків.

Найбільш досконалим в плані енергоефективності, екологічності і довговічності виявився вентильований фасад. Виробник надає гарантію до 50 років на цю систему утеплення. Але, нажаль, висока вартість конструкції порівняно з іншими видами утеплення заважає широкому впровадженню даної технології.

Також ефективним і недорогим є спосіб утеплення скловатним волокном з облицюванням сайдингом, але в ньому не вирішена проблема накопичення вологи. Таку систему найчастіше застосовують для утеплення котеджів і невеликих будинків.

За результатами порівняння теплоізоляційних матеріалів можна стверджувати, що найбільш ефективними в плані енергозберігання, екологічності і