

Критерии оценки технологических и эксплуатационных свойств полимерных материалов

(Окончание.)

Начало в ИБ ПМ №10 (41), 2002 г.)

IV. Теплостойкость (деформационная устойчивость при нагреве)

В связи со все более широким использованием ПМ и ПКМ стало необходимым их совершенствование с точки зрения сохранения их свойств при нагреве. Теплостойкость – деформационная устойчивость ПМ и ПКМ при нагреве, характеризуется температурами и нагрузками, при которых полимер переходит в эластическое состояние (температура стеклования (T_c), плавления ($T_{пл}$), температура теплостойкости HDT, $T_{18,5}$), утрачивая деформационную устойчивость из-за снижения модуля упругости на несколько порядков (рис. 1).

1) Критерии деформационной теплостойкости (таблица 4).

2) Классы нагревостойкости (в электротехнике, в скобках рабочие температуры °С, соответствующие классу): Y(90), A (105), E (120), B (130), Г (155), H(180), C(>180);

3) Эксплуатационная теплостойкость - температура ($T_{эксп}$), при которой сохраняется 50% начальных свойств (прочности, модуля упругости и др.) после эксплуатации в течение более 1000 часов;

Таблица 4. Критерии определения теплостойкости

Критерий	Нагрузка, МПа	Обозначение критерия	
		США, ФРГ	Россия
а) Heat deflection temperature, HDT, °С	1,8	HDT/A	$T_{18,5}$
по DIN 53461, ISO 75-1:1993 Часть 1, 2, 1993,	0,45	HDT/B	$T_{4,6}$
Части 2, 3, 1993, Часть 3 ASTM D648	8,0	HDT/C	-
части 1 и 2, образец 30x10x4мм Теплостойкость при изгибе по ГОСТ 12021-75 ($T_{18,5}$; $T_{4,6}$; T_{50})	5	-	T_{50}
б) Vicat softening point, теплостойкость по Вика, °С, по ISO 306, 1994; ГОСТ 15065-69, образец 10x10x4мм	50 Н	VST/B/50	T_B
в) Теплостойкость по Мартену, °С	-	-	T_M

4) Температурный индекс - температура, при которой сохраняется 50% начальных свойств в течение более 20000 часов.

Наполнение может существенно повысить деформационную теплостойкость. Так, ненаполненные полиэфирэфиркетон и полиамид ПА 46 имеют HDT/A 160 °С, а с 30% (об.) углеродных волокон соответственно 310 °С и 280 °С.

Показатели деформационной теплостойкости можно определить, используя следующие методы: 1) метод свободных крутильных колебаний (определение механических динамических свойств с помощью крутильного маятника (ГОСТ 20812-83, ISO6721 Части 1-10). (В кн.: Практикум по полимерному материаловедению. Под ред. П.Г.Бабаевского. - М.: Химия, 1980, с.24-27, 103-

108,142,143). Позволяет определить T_c (и температуры деформационной устойчивости) по температурным зависимостям динамического модуля сдвига G' (относительной жесткости ΔG) и тангенса угла механических потерь $tg\delta$ (относительного показателя механических потерь Δ).

2) метод термомеханического анализа (Thermomechanical analysis) по ISO 11359, Часть 2.

V. Огнестойкость

Огнестойкость или F.S.T. – свойства. (Flammability, Smoke, Toxicity - горючесть, дымообразование, токсичность продуктов горения). При тепловом импульсе более 20 кал/см² сгорает все (рис. 3 и 4).

1. Нормы летной годности гражданских самолетов МЛГГС-3

а) $KI \geq 30$ (самозатухающие и выше);

б) дымообразование по ГОСТ 24632-81 не выше IV группы;

в) токсичность PSL_{50} кг/м³ не более 0,02 (летальная доза 50% животных).

2. Огнестойкость характеризуется температурными (T горения, T воспламенения и др.); тепловыми (теплота сгорания, коэффициент «к», равный отношению тепла, выделяемого при горении, к теплу, необходимому для поджигания, «к» < 0,1 – «негорючие», «к» = 0,1-0,5 - трудносгораемые, «к» = 0,5-2,1 - горючие, «к» > 2,1 - легковоспламеняемые); концентрационными (кислородный индекс (КИ);

Приборы управления для производства полимерных изделий

Межсервисный интервал и гарантия 2 года.

- Контроллеры серии **ОВЕН ТРМ** – для управления температурными режимами в одной или нескольких зонах с точностью до 0,5 %
- Счетчик импульсов **ОВЕН СИ8** – для автоматизированного подсчета и сортировки количества изделий, отмера длины, измерения расхода и др.

Приборы ОВЕН - достойное качество и гарантийное обслуживание

● 109456, Москва, 1-й Вешняковский пр-д, д.2
 тел.: (095) 741-24-93 факс: (095) 171-80-89
 e-mail: mail@owen.ru www.owen.ru



Рис.1

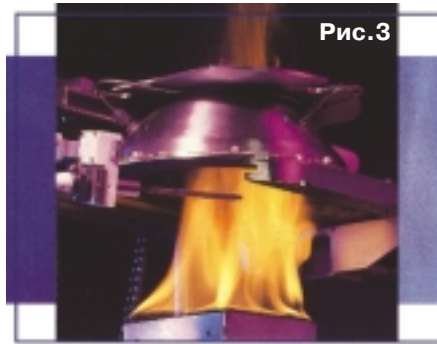


Рис.3



Рис.2



Рис.4



Рис.5

Приборы фирмы ATLAS (США) для определения:
1 – теплостойкости, 2 – текучести, 3 и 4 – горючести, и 5 – ударной прочности

предельный кислородный индекс (ПКИ) или limiting oxygen index (LOI); % O₂ по ASTM D2863, для классов UL94 соответственно КИ до 24,5 - классы V-1 и V-0, V-0 - КИ = 27 и выше) критериями, позволяющими условно выделить группы легко воспламеняемых, горючих, самозатухающих, трудносгораемых, «негорючих» полимеров и полимерных материалов.

Оценка огнестойкости стандартами ISO : 181-198 (огнестойкость и дымовыделение), 4589 – 1,2,3, 5659 – 1, 2; ISO/TR 5656-3 (дымовыделение); 10093; 11907-1,2,3,4 (дымовыделение).

3. Требования к огнестойкости материалов федерального авиационного регистра FAR и федеральной администрации FAA определяются

согласно: FAR 25.853A (загорание через 60 с, вертикальный образец); FAR 25.836A (через 12 с); FAR 25.855.

4. Требования к допустимым концентрациям продуктов горения через 1,5/4 минуты (в ppm - parts per million - частей на миллион) после загорания (Airbus Industries Tech Spec NATS - 1000.001): HCN (<100 / 150), CO (< 3000 / 3500), NO+ NO₂ (< 50 / 100), SO₂ (< 50 / 100), HCl, HF (< 50 / 50). Наиболее часто

используют (образцы 125x13x3 мм):

Горючесть (Flammability, Brennbarkeit) по UL94 (классы HB, 94 V - 0 ÷ V - 5; кислородный индекс - V% O₂ по ASTM D2863;

VI. Радиационная стойкость

Радиационная стойкость характеризует степень сохранения свойств после поглощения определенной дозы излучения.

1. Доза излучения - количество энергии ионизирующего излучения, поглощаемой в 1 г вещества; характеристика радиационной опасности. Единица поглощенной дозы - рад - соответствует энергии излучения 100 эрг, поглощенной веществом, массой 1г.

1 рад = 0,01 дж/кг = 2,388 x 10⁻⁶ кал/г

2. Грей – единица поглощенной дозы излучения в системе СИ (Гй);

1 Гй = 100 рад = 1 дж/кг

3. Кюри – внесистемная единица активности радиоактивных изотопов, активность изотопа в котором в 1 с происходит 3,7 x 10¹⁰ актов распада (допустимое поступление

в организм цезия – 137 – 12 x 10⁻⁶ кюри, 10⁻⁸ кюри – 0,1% допустимой дозы).

4. Рентген – внесистемная единица экспозиционной дозы рентгеновского и γ - излучения, определя-



ТЕРМОФОРМОВОЧНЫЕ ЛИНИИ
плоскощелевые одно и многослойные экструдеры, высокоскоростные термоформовочные машины, печать

ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛЕНКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАКЕТОВ ГРАНУЛЯТОРЫ ПЕРИФЕРИЯ

Тел./факс (095) 958-90-91
e-mail: genplast@orc.ru
www.genplast.ru

емая по ионизирующему действию их на воздух. Дозе 1Р соответствует образование $2,083 \times 10^9$ пар ионов в 1 см^3 воздуха или $1,61 \times 10^{12}$ пар в 1г воздуха. $1\text{P} = 2,57976 \times 10^{-4}$ кал/кг.

5. Бэр - внесистемная единица эквивалентной дозы ионизирующего излучения (ранее - биологический эквивалент рентгена); $1 \text{ бэр} = 0,01$ дж/кг. В системе СИ-Зиверт (Зв).

$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$.

Дозы облучения (бэр): тяжелая форма лучевой болезни - 450, легкая форма - 100, кратковременное незначительные изменение состава крови - 75, облучение при рентгеноскопии желудка - 30, облучение при рентгенографии зубов - 3, просмотр хоккейного матча по ТВ - $0,000001$, фоновое облучение за год - $0,001$. Доза в 1 бэр сокращает жизнь на 7 дней.

6. Критерии экранирующих свойств.

а) БАРН ($1 \text{ барн} = 10^{-24} \text{ см}^2$) - сечение взаимодействия, характеризует вероятность процесса, ослаб-

ляющего излучение. Близок по порядку величины к геометрическому сечению атомного ядра ($0,5 - 2,0 \times 10^{-24} \text{ см}^2$).

Сечение захвата тепловых нейтронов (барн/атом); алюминий (Al) 0,215; иттрий (Y) $-1.21 \pm 0,2$; торий (Th^{232}) $-7,31$; скандий (Sc) -24 ± 1 ; цезий (Cs) -29 .

б) Длина свободного пробега (ослабление излучения в 2 раза, реже полное) зависит от природы излучения и вещества и определяет толщину экрана. Для 500 МэВ L_{Al} - 55см, L_{Pb} - 24см, но необходим учет массовых затрат г/см².

в) Коэффициенты ослабления (КО) за счет рассеяния и поглощения энергии; атомные (для ПМ и ПКМ - молекулярные) коэффициенты ослабления (АКО), линейные коэффициенты ослабления (ЛКО), массовые коэффициенты ослабления (МКО). Уменьшение энергии излучения при экранировании определяется толщиной экрана, коэффициентом ослабления (зависит от

природы излучения и вещества экрана), фактором накопления (зависит от процессов в экране при воздействии излучения). Эффективны экраны, сочетающие тяжелые (большие значения $\sigma_{\text{расс}}$, поглощение γ -излучения) и легкие (водород - высокие значения $\sigma_{\text{захвата}}$ и $\sigma_{\text{упр.рассеяния}}$) элементы (полиэтилен, термостойкие полимеры с тяжелыми элементами).

Российские стандарты на 30% гармонизированы с международной системой ISO. Переход России на международную систему стандартизации происходит недостаточно высокими темпами. Ежегодно в мире появляется от 800 до 1000 новых стандартов системы ISO, в то время как в России переводится не более 350. Если российский бизнес не перейдет на международную систему стандартизации, то будет нести колоссальные финансовые потери.

*Ю.А. Михайлин,
Чжу Сингень*