

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт элементоорганических соединений
им. А.Н. Несмеянова

Лаборатория полимерных материалов

Зав. лаб., заслуженный деятель науки, докт. хим. наук, профессор А. А. Аскадский

119991, Москва В-334, ул. Вавилова, 28.

Телефон: 135-93-98

E-mail: andrey@ineos.ac.ru

22.05.2017

№ 13

**Сравнение деформационной теплостойкости и коэффициента линейного термического расширения террасной доски ведущих производителей:
Twinson (поливинилхлорид), Zager (полипропилен), Savewood
(поливинилхлорид) и Masterdeck (полиэтилен)**

В данном заключении приводится сравнительный анализ ряда деформационной теплостойкости ведущих производителей террасной доски на основе различных матричных полимеров – полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида. Все экспериментальные данные приведены на основе собственных измерений, а также взяты из открытых источников.

Под деформационной теплостойкостью подразумевается температура, при которой деформация образца при нагревании быстро возрастает. Деформационная теплостойкость определяется с помощью различных методов термомеханического анализа, среди которых наибольшее распространение получил метод получения термомеханических кривых (зависимостей деформации от температуры при нагревании образца с определенной скоростью под механической нагрузкой) и метод определения по Вика (пенетрация пуансона небольшого диаметра в образец также при его непрерывном нагревании).

1) Термомеханические кривые (ТМ-кривые).

Согласно Заклчению ИНЭОС РАН «Оценка деформационной теплостойкости и коэффициента линейного термического расширения представленных образцов» от 03.04.2017 за № 05 метод измерения и полученные результаты следующие:

Измерения проводились на приборе TMA Q400 (TAInstruments). Испытания проводились в условиях пенетрации пуансона в цилиндрический образец при росте температуры 5 град/мин. Диаметр пуансона составлял 2,5 мм, нагрузка на пуансон – 100 г. В качестве примера ТМ-кривая для образца

№ 1 показана на рис. 1а. В интервале температур от 20 до 70°С деформация практически не изменяется; после 75°С она носит отрицательный характер. Для реальных температур эксплуатации от 30 до 100°С начальный участок ТМ-кривой построен в увеличенном масштабе и изображен на рис 1б. На этом же рисунке показана температурная зависимость производной от деформации, на которой очень хорошо видны наблюдаемые переходы. На самом начальном участке ТМ-кривой наблюдается небольшая отрицательная деформация (вспучивание образца), а при 70°С наблюдается максимум, который связан с расстекловыванием ПВХ.

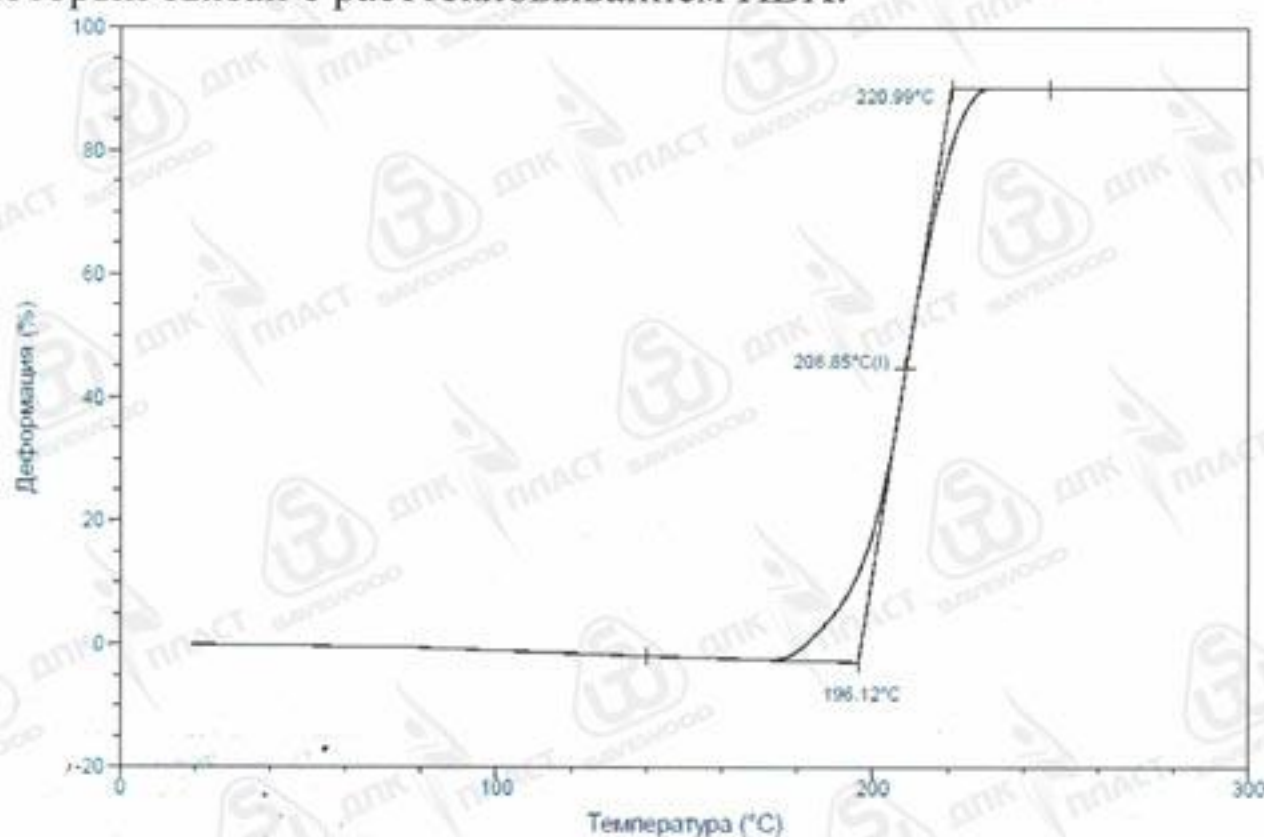


Рис. 1а. Термомеханическая кривая образца 1.

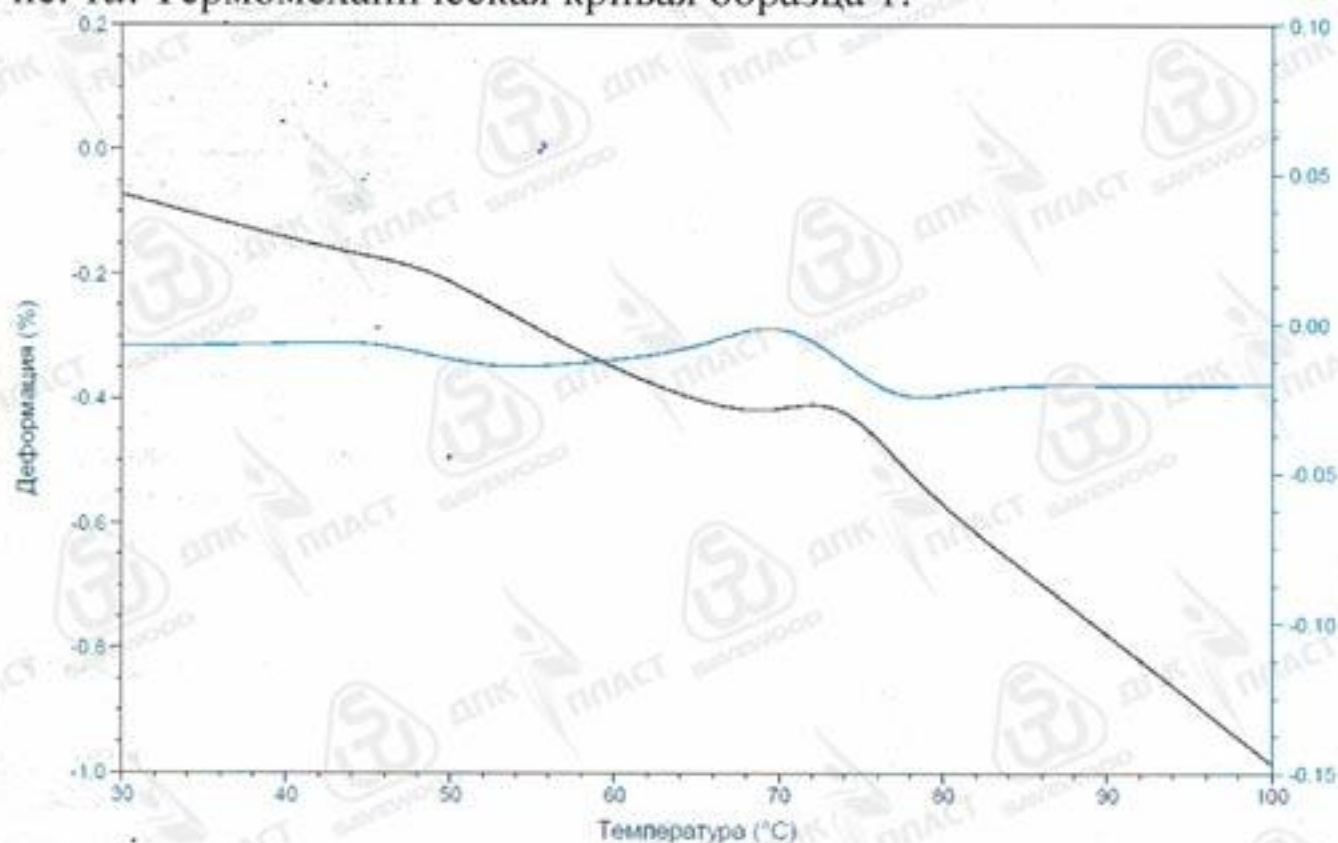


Рис. 1б. Термомеханическая кривая образца 1 и производная по деформации в интервале температур 30-100°С.

ТМ-кривые для всех образцов имеют аналогичный вид. Температура размягчения, характеризующая деформационную теплостойкость, лежит в интервале 170-180°C. Температура максимальной скорости роста деформации составляет 214-218°C. В области реальных температур эксплуатации наблюдается переход при 73-75°C, который связан с расстекловыванием ПВХ.

1) Коэффициенты линейного термического расширения (КЛТР).

Величины КЛТР важны по той причине, что именно они определяют изменения размеров изделия в разных направлениях при изменении температуры окружающей среды. Такие изменения обязательно следуют учитывать при монтаже изделий из ДПК.

КЛТР рассчитывается по следующему соотношению:

$$\alpha = \frac{l_T - l_0}{l_0 \cdot (T - T_0)}$$

где l_0 – исходный размер образца, l_T – размер образца после нагрева, T_0 – исходная температура, T – конечная температура нагрева.

Величины КЛТР определяли двумя способами. По первому из них проводился опыт по измерению размера образца при очень малой нагрузке на пуансон, равной 0,5 г, на приборе ТМА Q400 (TAInstruments). В качестве примера температурная зависимость изменения размеров образца № 1 показана на рисунке 1в во всем исследованном интервале температур. Известно, что даже для однородного полимера, находящегося в стеклообразном состоянии, КЛТР не является константой и зависит от температурного интервала, в котором он измеряется. На приборе ТМА Q400 (TAInstruments) с помощью ЭВМ программы, встроенный в этот прибор, КЛТР определяется в автоматическом режиме. Интервалы температур, в которых КЛТР остается постоянным, и сама величина этого коэффициента, измеряемая в мкм/м·град, выдается на диаграмме (рис. 1в). В интервале температур эксплуатации от -30 до 70°C КЛТР имеет небольшое значение, приведенное на рисунке 1в.

КЛТР в области комнатной температуры составляют от $47,81 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ до $68,45 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Усредненные значения КЛТР в интервале температур от -30 до 70°C показаны в таблице 1. Расчет изменения линейных размеров изделия проводится по формуле $\Delta L = l_0 \cdot (T - T_0) \cdot \alpha$, где ΔL – прирост линейных размеров при нагревании, ΔT – температурный интервал нагрева, альфа – КЛТР.

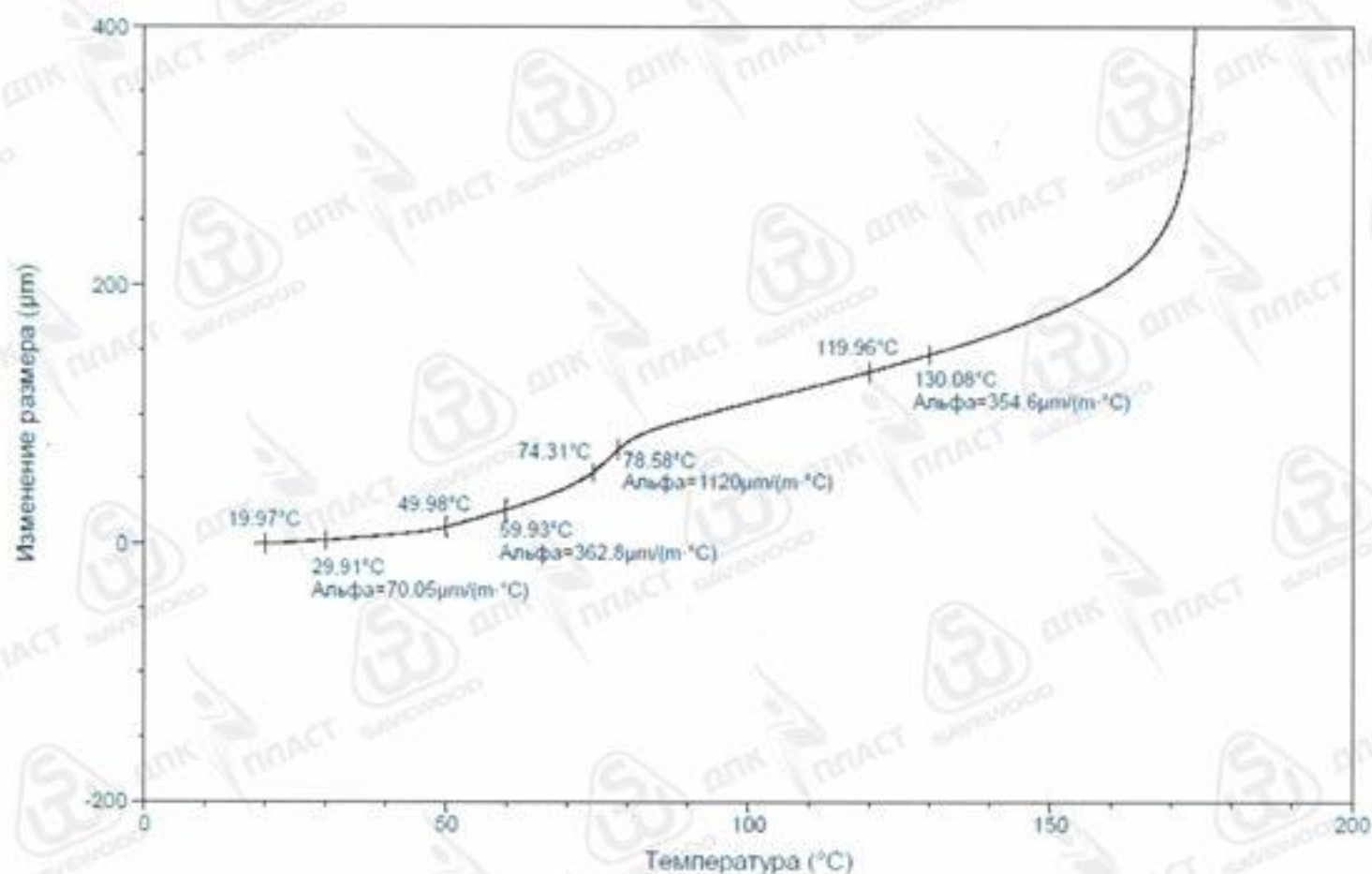


Рис. 1в. Зависимость изменения размера образца 1 от температуры и величины КЛТР в разных интервалах температур.

Табл. 1. Усредненные значения КЛТР в интервале рабочих температур.

Композиция	КЛТР, $\alpha_{\text{ср}} \cdot 10^6$, в диапазоне рабочих температур $-30 \div 70^\circ\text{C}$
1	75
2	59
3	76
4	69
5	71
6	60

По второму способу образцы были измерены по длине, ширине и толщине при 18°C с помощью штангенциркуля, снабженного электронной системой отсчета; точность измерения составляла $0,01\text{мм}$. Далее эти образцы помещались в термошкаф и выдерживались до температуры 70°C в течение 1,5 часов. После этого образцы последовательно извлекались из термошкафа, и температура их поверхности измерялась пирометром ADA Instruments TemPro 550. Усредненные результаты приведены в таблице 2.

Табл. 2. Сравнительные значения КЛТР для образцов Компании Savewood 1-6 и материалов марок Twinson, Zager, MasterDeck.

Номер образца	КЛТР по длине образца $\alpha_{дл}$, $K^{-1} \cdot 10^{-6}$	КЛТР по ширине образца $\alpha_{ш}$, $K^{-1} \cdot 10^{-6}$	КЛТР по толщине образца $\alpha_{тол}$, $K^{-1} \cdot 10^{-6}$
1	22.13	44.59	70.05
2	23.25	47.61	47.80
3	20.83	44.65	68.08
4	22.21	47.22	67.30
5	27.14	52.52	63.06
6	21.83	49.87	52.65
MasterDeck	36.0	110.0	110.0
Twinson	20-25	45-50	80-90
Zager	47	47	-

Следует отметить, что чем ниже КЛТР, тем меньше будут изменения размеров изделий при изменении температуры окружающей среды. Это будет препятствовать короблению изделий и облегчит монтаж, поскольку не придется делать большие зазоры при монтаже. Обращает на себя внимание тот факт, что величины КЛТР по толщине образцов, полученные для материалов Twinson и Masterdeck, существенно выше, чем величины КЛТР, полученные компанией Savewood. Величины КЛТР для материалов по длине и ширине марки Twinson практически такие же, как для материалов Savewood. Это связано с тем, что применен один и тот же матричный полимер – ПВХ: Величины КЛТР для материалов Zager и MasterDeck существенно выше, чем для материалов Twinson и Savewood, поскольку матричные полимеры представляют собой полипропилен (ПП) и полиэтилен (ПЭ) соответственно. Причина этого заключается в следующем: ПВХ имеет температуру стеклования $70^{\circ}C$ и поэтому в температурном интервале эксплуатации находится в стеклообразном состоянии. ПЭ имеет температуру стеклования $-60^{\circ}C$, а ПП – $-20^{\circ}C$. Поэтому в температурном интервале эксплуатации эти полимеры находятся в частично-кристаллическом состоянии. При наличии аморфной фазы 40-60% КЛТР должен быть в два-три раза выше, чем стандартный КЛТР стеклообразных полимеров. Это проявляется и в материалах, в которых используется ПЭ и ПП в качестве матричных полимеров:

Зав. лаб. полимерных
материалов ИНЭОС РАН

А.А. Аскадский

ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ
ОТДЕЛ КАДРОВ ИНЭОС РАН

