

*С.А.Мамонтов, О.А. Киселева\**

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОСТАРЕНИЯ И УФ-ОБЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛА**

Разработчики современных систем утепления фасадов все чаще и чаще используют в качестве теплоизоляционного материала пенополистирол. В процессе эксплуатации он подвергается воздействию УФ-облучения и теплостарения, что приводит к изменению его структуры и физико-механических характеристик. Влияние жидкой воды способствует ускорению процессов старения.

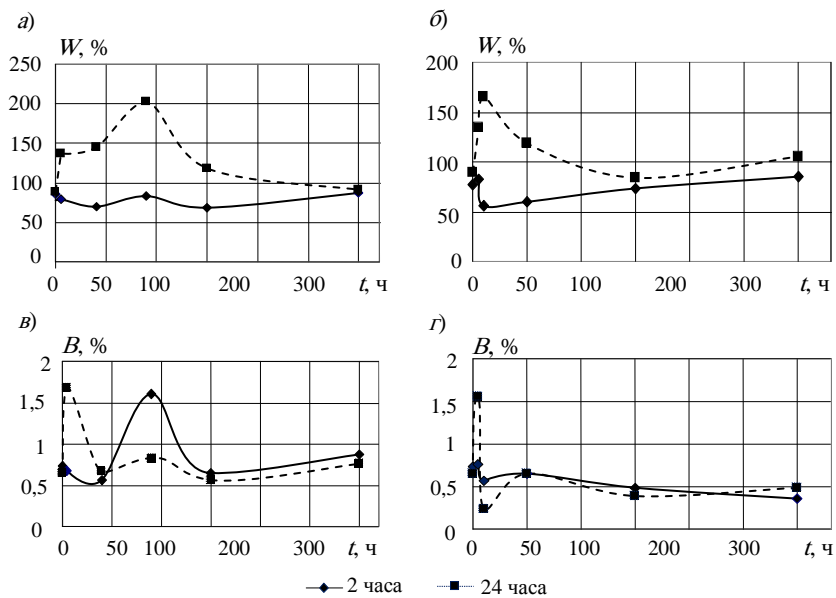
Изучение влияния факторов старения на структуру и свойства пенополистирола осуществлялось в следующей последовательности. После заданного времени прогрева при температуре + 80°С или облучения лампой ПРК образцы охлаждали до комнатной температуры (16°С) и испытывали. При этом фиксировали изменение массы, плотности и гидрофизических свойств, а также прочность при поперечном изгибе и твердость материала. Полученные результаты представлены на рис. 1 – 3.

Действие теплостарения и УФ-облучения приводит к снижению массы образцов и уменьшению их размеров в результате выгорания отдельных компонентов. Наиболее интенсивно данный процесс протекает после теплостарения: под действием повышенной температуры в течение 300 ч пенополистирол теряет до 20% своей массы [1]. Что касается плотности пенопласта, то после 10 ч теплостарения и 100 ч УФ-облучения наблюдается ее рост.

Действие старения сказывается и на гидрофизических свойствах пенополистирола (водопоглощение и набухание) (рис. 1). При нормальных условиях стенки ячеек, из которых состоит пенополистирол,

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ТГТУ О.А. Киселевой.



**Рис. 1. Влияние старения на гидрофизические свойства пенополистирола:**

*а, б* – водопоглощение после УФ-облучения и теплостарения;

*в, г* – набухание после УФ-облучения и теплостарения

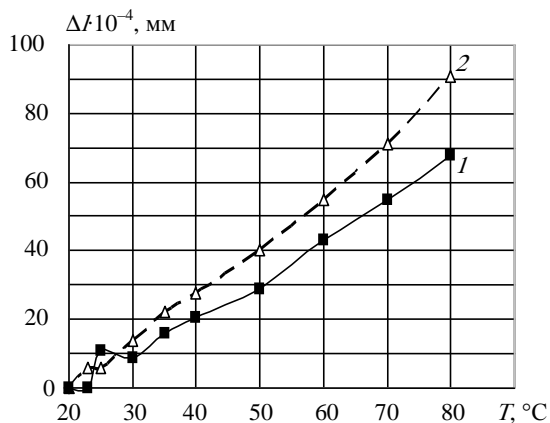
непроницаемы для воды. Она проникает в материал только по каналам между отдельными ячейками.

Из рисунка 1 видно, что для образцов, не подвергающихся воздействию вредных факторов, водопоглощение принимает минимальное значение. Однако после воздействия УФ-облучения (100 ч) и теплового старения (10 ч) оно увеличивается в 2–3 раза. Такое поведение материала вызвано нарушением связей между отдельными ячейками; в материале образуются дополнительные пустоты и трещины, куда и устремляется вода. При длительном действии факторов старения величина водопоглощения начинает снижаться, так как образовавшиеся ранее свободные радикалы взаимодействуют с полимерной цепочкой и в материале образуются новые связи.

Необходимо отметить, что снижение величины водопоглощения пенополистирола после теплового старения начинается значительно раньше, чем после УФ-облучения. Данное явление объясняется образованием на поверхности образцов пленки, препятствующей проникновению воды.

За счет негигроскопичности ячеек пенополистирол обладает низким набуханием. Действие старения также не приводит к существенному изменению величины набухания. Следовательно, в процессе старения целостность самих ячеек пенопласта практически не нарушается, разрушаются лишь тяжи, связывающие их.

Рассмотрим влияние фотостарения на термическое расширение пенопласта (рис. 2). Характер изменения коэффициента линейного термического расширения в зависимости от продолжительности облучения представлен в табл. 1.



**Рис. 2. Дилатометрическая кривая для пенополистирола:**

*1* – без воздействия; *2* – после 40 ч УФ-облучения

## 1. Величина коэффициента линейного термического расширения

Длительность облучения, ч	0	40	90	150	300
$\alpha \times 10^{-6}, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	3,85	5,09	3,63	3,31	4,20

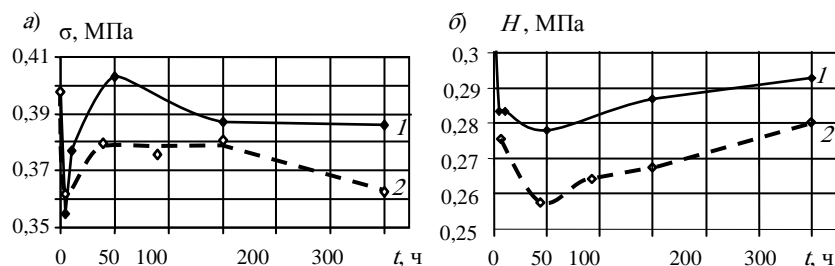
Из рисунка 2 видно, что dilatометрическая кривая имеет линейный характер как до воздействия УФ-облучения, так и после него. Однако после фотостарения наблюдается повышение чувствительности материала к действию температуры.

Коэффициент линейного термического расширения на первом этапе (в течение первых 40 ч) увеличивается, а затем происходит снижение его величины (табл. 1). Данный эффект объясняется нарушением связей в первые 40 ч воздействия УФ-облучения и образованием новых связей при последующем действии фактора.

Проследим влияние УФ-облучения и теплостарения на механические характеристики пенополистирола.

Из рисунка 3 видно, что наиболее сильное влияние на прочность и твердость материала оказывает УФ-облучение. Уже в первые 5 ч при поперечном изгибе образцы теряют 10% своей прочности. После 50 ч воздействия фактора наступает кратковременная стабилизация процесса, но после 150 ч падение прочности возобновляется. В результате после 300 ч воздействия фактора прочность образцов составляет 90% от первоначальной. Наиболее интенсивное падение твердости происходит в первые 40 ч, после чего она частично восстанавливается (на 40%). Такое поведение материала объясняется нарушением связей и образованием свободных радикалов, что в свою очередь приводит к изменению структуры.

Тепловое старение оказывает меньшее влияние на прочность пенопласта. Как и в первом случае, резкая потеря прочности при попереч-



**Рис. 3. Влияние старения на прочность пенополистирола при поперечном изгибе (а) и твердость (б) (1 – теплового; 2 – УФ-облучение)**

ном изгибе происходит в первые 5 ч, однако в течение следующих 40 ч она полностью восстанавливается, что связано с образованием пленки [2] на поверхности пенополистирола. После 50 ч прочность образцов снова немного падает до уровня 96% от первоначальной, после чего процесс стабилизируется. Интенсивное падение твердости происходит только в первые 10 ч, но своего минимума она достигает после 50 ч воздействия фактора. Затем твердость немного увеличивается и после 300 ч составляет 94% от первоначального значения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселева, О.А. Влияние старения на свойства пенополистирола и методы защиты от него / О.А. Киселева, А.А. Мамонтов, С.А. Мамонтов // XIV научная конференция ТГТУ : сб. тр. – Тамбов, 2009. – С. 164 – 167.
2. Соломатин, М.А. Влияние внешних факторов на механические свойства пенополистирола / М.А. Соломатин, С.В. Ермаков, О.А. Киселева // Новые идеи молодых ученых в науке XXI века. Интернет-форум магистрантов ВУЗов России : сб. ст. магистрантов. – Тамбов : ТОГУП "Тамбовполиграфиздат", 2006. – Вып. IV. – С. 186 – 188.