

INFLUENCE OF MECHANICAL VOLTAGE AND UV-LIGHT ON PHOTOCHEMICAL PROCESSES IN POLYSTYRENE

Boboev T.B.¹, Gafurov S.J.², Istamov F.H.³ (Republic of Tajikistan)

Email: Boboev52@scientifictext.ru

¹Boboev Toshboi Boboevich - Corresponding member of the Academy of Sciences of the RT,
Doctor of Physics and Mathematics, Professor,

FACULTY OF PHYSICS;

²Gafurov Safarkhon Jurakhonovich - PhD in physical and mathematical sciences, Associate Professor,
FACULTY OF MEDICINE;

³Istamov Farkhod Hujamqulovich - PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
FACULTY OF PHYSICS,

TAJIK NATIONAL UNIVERSITY,
DUSHANBE, REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Abstract: the effect of preliminary UV irradiation with light with wavelengths $\lambda_1=254\text{nm}$, $\lambda_2=313\text{ nm}$ and $\lambda_3=365\text{ nm}$ and mechanical tension on the tensile strength and molecular weight of polystyrene. It was revealed that the different manifestation of tensile load actions is associated with the peculiarities of photochemical reactions in polystyrene depending on the temperature and the wavelength of UV light acting.

Keywords: polystyrene -UV-light - photodestruction – strength - the molecular weight.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И УФ-СВЕТА НА ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЛИСТИРОЛЕ

Бобоев Т.Б.¹, Гафуров С.ДЖ.², Истамов Ф.Х.³ (Республика Таджикистан)

¹Бобоев Тошбой Бобоевич – член-корреспондент Академии наук Республики Таджикистан,
доктор физико-математических наук, профессор,
физический факультет;

²Гафуров Сафархон Джурахонович - кандидат физико-математических наук, доцент,
медицинский факультет;

³Истамов Фарход Худжамкулович - кандидат физико-математических наук, доцент,
физический факультет,
Таджикский национальный университет,
г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация: проведено исследование влияния предварительного УФ-облучения светом с длинами волн $\lambda_1=254\text{nm}$, $\lambda_2=313\text{nm}$ и $\lambda_3=365\text{nm}$ и механических нагрузок на разрывную прочность, молекулярную массу полистирола. Выявлено, что различное проявление действий растягивающей нагрузки связано с особенностями протекания фотохимических реакций в полистироле в зависимости от температуры и длины действующей волны УФ-света.

Ключевые слова: полистирол, УФ-свет. фотодеструкция, разрывная прочность, молекулярная масса.

УДК 541.64:539.2

Под действием видимого и особенно ультрафиолетового (УФ) света в полимерах развиваются реакции деструкции и структурирования макромолекул, а также активируются окислительные процессы. Происходит быстрое изменение механических свойств и образец становится хрупким и окрашивается в интенсивно-жёлтый цвет [1, с. 675]. При этом ухудшаются механические характеристики полимера и уменьшается срок его службы [2, pp. 975-986; 3, pp. 999-1003].

В полистироле (ПС) под действием света с различными длинами волн могут протекать различные фотофизические и фотохимические процессы. Если под действием коротковолнового света может протекать прямой фотолиз, то под действием длинноволнового УФ-света деструкция полимера может протекать под действием примесей.

Для выяснения этого фактора в настоящей работе были проведены опыты по исследованию зависимости разрывной прочности образцов плёнок ПС, предварительно облучённых на воздухе светом с длинами волн $\lambda_1=254\text{nm}$, $\lambda_2=313\text{ nm}$ и $\lambda_3=365\text{nm}$ от времени облучения.

Результаты опытов приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, падение разрывной прочности образцов имеет место во всех трёх случаях, однако падение прочности для образцов, облучённых светом с λ_1 , происходит значительно быстрее, чем для образцов, облучённых светом с λ_2 и λ_3 .

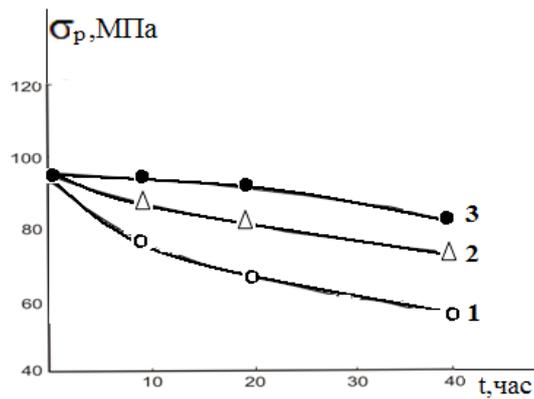


Рис. 1. Зависимость разрывной прочности ПС от времени предварительного облучения светом с длинами волн: 1- $\lambda_1=254\text{нм}$, 2- $\lambda_2=313\text{ нм}$, 3- $\lambda_3=365\text{нм}$

Полистирол сильно поглощает УФ-излучение в области волн ниже 290 нм. Падение прочности образцов, особенно при облучении с длиной волны λ_1 , в значительной мере связано с присутствием кислорода в окружающей среде.

Ухудшение эксплуатационные свойства полистирола при совместном действии механической нагрузки и УФ-света зависит от температуры облучения и величины приложенного напряжения [3, pp. 999-1003; 4, с. 101-104].

В данной работе о ходе фотодеструкции кроме разрывной прочности, также судили по изменению молекулярной массы полистирола. Результаты этих опытов приведены на рис. 2.

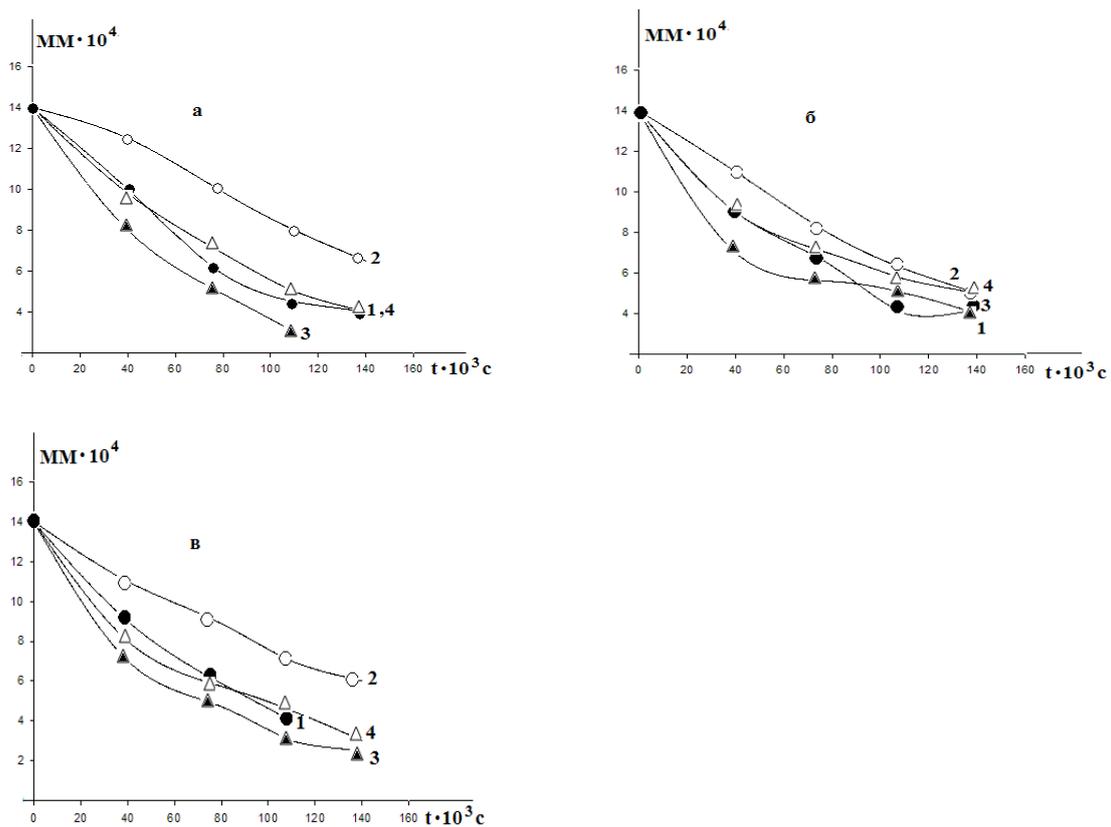


Рис. 2. Зависимость молекулярной массы от время облучения. а- $\lambda_1=254\text{нм}$; б- $\lambda_2=313\text{нм}$; в- $\lambda_3=365\text{нм}$: (1- $\sigma=0$; 2- $\sigma=30\text{МПа}$) при $t=25^\circ\text{C}$; (3- $\sigma=0$; 4- $\sigma=30\text{МПа}$) при $t=60^\circ\text{C}$

Из рисунки видно, что предварительное облучение при комнатной температуре приводит к уменьшению молекулярной массы образцов. При этом падение молекулярной массы полистирола в процессе облучения зависит от величины механического напряжения. Падение молекулярной массы полистирола, облученного под нагрузкой при комнатной температуры УФ-светом с λ_1 , λ_2 и λ_3 меньше, чем падение

молекулярной массы образцов, облученных в свободном состоянии. То есть механическое напряжение в этих условиях тормозит развитие процесса фотодеструкции.

Полученные результаты на молекулярном уровне подтверждают результаты опытов о влиянии нагрузки на изменение разрывной прочности облученных образцов полистирола.

Как уже выше мы упомянули, характер зависимости падения молекулярной массы образцов зависит от температуры облучения. Если облучение образцов УФ-светом с λ_1 , λ_2 и λ_3 провести при температуре 60°C, то падение молекулярной массы нагруженных образцов оказалось больше, чем падение молекулярной массы образцов, облученных в ненагруженном состоянии (рис. 2). В этих условиях, в отличие от опытов при комнатной температуре, растягивающая нагрузка уже заметно ускоряет кинетику фотодеструкции.

Таким образом, при комнатной температуре в ненагруженных образцах ПС наряду с реакцией Норриша типа I возможны реакции Норриша типа II. В этих условиях механическое напряжение препятствует протеканию реакции Норриша типа II, тем самым уменьшая общую скорость фотодеструкции полимера. При температуре 60°C основной вклад в процессе фотодеструкции ПС дают как реакции Норриша типа I, так и реакции фотоокисления.

Список литературы / References

1. Рэнби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров // М.: «Мир», 1988. 675 с.
2. Grassie N., Weir N. A. The Photooxidation of polymers. 11. Photolysis of polystyrene // J. Appl. Polym. Sci., 1965. V. 9. Pp. 975-986.
3. Grassie N., Weir N.A. Photooxidation of Polymers. Note on the Coloration of Polystyrene // J. Appl. Polym. Sci., 1965. V. 9. Pp. 999-1003.
4. Бобоев Т.Б., Истамов Ф.Х., Гафуров С.Дж. Шарипов Дж.Г. Влияние квантов УФ-света разной энергии на светостойкость полистирола // Вестник ТНУ, 2013. № 1/2 (106). С. 101-104.