

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-95-102>

УДК 678.742

РОЛЬ РАСТЯГИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ В РАЗВИТИИ ФОТОДЕСТРУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ

Т. Б. БОБОЕВ, С. ДЖ. ГАФУРОВ⁺, Ф. Х. ИСТАМОВ

Таджикский национальный университет, пр-т Рудаки, 17, 734025, Душанбе, Таджикистан

Цель работы — исследование влияния растягивающей нагрузки на развитие фотодеструкции полимеров, хромофорная группа в которых расположена в основной цепи макромолекул.

Изучали влияние предварительного ультрафиолетового (УФ) облучения на прочность при растяжении и на молекулярную массу полимеров. В качестве образцов использовали пленки и волокна полиэтилена и полипропилена, которые облучали УФ-светом с длиной волны 254 нм, обеспечивая одинаковую дозу облучения. Оценивали влияние числа разрывов макромолекул на разрывную прочность. Показано, что УФ облучение образцов под нагрузкой приводит к более интенсивному падению прочности по сравнению с ненагруженными образцами. Установлено, что изменение молекулярной массы образцов зависит от продолжительности времени облучения и температуры окружающей среды. Замечено, что напряженное состояние и длина волны возбуждающего света влияют на кинетику фотодеструкции, увеличивая количество разорванных связей. Подтверждено, что с увеличением температуры окружающей среды эффект ускорения фотодеструкции заметно возрастает.

Предложен механизм фотодеструкции полиолефинов под воздействием УФ облучения и растягивающей нагрузки, который заключается в интенсификации фотохимических реакций под воздействием растягивающей нагрузки, что в конечном итоге приводит к возрастанию общего числа разрывов макромолекул и к уменьшению прочностных свойств полиолефинов.

Ключевые слова: УФ облучение, растягивающая нагрузка, фотодеструкция, число разрывов, прочность, молекулярная масса.

THE ROLE OF TENSILE LOAD IN THE DEVELOPMENT OF PHOTODESTRUCTION OF SOME POLYOLEFINS

T. B. BOBOEV, S. J. GAFUROV⁺, F. H. ISTAMOV

Tajik National University, Rudaki Ave, 17, 734025, Dushanbe, Tajikistan

The aim of the work is to study the effect of tensile load on the development of photodegradation of polymers in which the chromophore group is located in the main chain of macromolecules. Films and fibers of polyethylene and polypropylene were used as samples, which were irradiated with ultraviolet (UV) light with a wavelength of 254 nm, ensuring the same radiation dose. We studied the effect of preliminary UV radiation on tensile strength and molecular weight of polymers. The effect of the number of breaks of macromolecules on tensile strength was evaluated. It was shown that UV radiation of samples under load leads to a more intense drop in strength compared to unloaded samples. It was confirmed that with increasing ambient temperature the effect of photodegradation acceleration noticeably increases.

A mechanism for photodegradation of polyolefins under the influence of UV radiation and tensile load is proposed, which consists of subsequent dark processes leading to the decay of median radicals.

Keywords: ultraviolet light, tensile load, photodestruction, number of breaks, strength, molecular weight.

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: gafurovs.d@mail.ru

Поступила в редакцию 05.12.2019

© Т. Б. Бобоев, С. Дж. Гафуров, Ф. Х. Истамов, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)

Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com

Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Бобоев Т. Б., Гафуров С. Дж., Истамов Ф. Х. Роль растягивающей нагрузки в развитии фотодеструкции некоторых полиолефинов // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 1. С. 95–102. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-95-102>

Citation sample:

Boboev T. B., Gafurov S. Dzh., Istamov F. Kh. Rol' rastyagivayushchey nagruzki v razvitií fotodestruktsii nekotorykh poliolefinov [The role of tensile load in the development of photodestruction of some polyolefins]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 1, pp. 95–102. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-95-102>

Литература

1. Бобоев Т. Б. Фотомеханическое разрушение полимеров. Душанбе: Матбуот, 2000. 241 с.
2. Бобоев Т. Б., Истамов Ф. Х., Додоматов Х. Д. Влияние растягивающей нагрузки на кинетику фотодеструкции полимеров // Материалы международной конференции «Старение и стабилизации полимеров». Душанбе, 2002. С. 14.
3. Гафуров С. Д., Бобоев Т. Б., Истамов Ф. Х. Влияние термомеханического воздействия на светостойкость полиэтилена // Прикладная физика. 2018. № 3. С. 70–74
4. Истамов Ф. Х. Фото- и фотомеханическая деструкция полимеров с различной локализацией хромофоров в цепи: дис. канд. физ.-мат. наук: 02.00.06. Душанбе, 2009. 122 с.
5. Бобоев Т. Б., Додоматов Х. Д., Абдуназарова Т., Вершинина М. П., Квачадзе Н. Г., Томашевский Э. Фотодеструкция механически напряжённого капрона // Физика твёрдого тела. 1990. Т. 32, № 5. С. 1350–1355.
6. Бобоев Т. Б., Додоматов Х. Д., Нарзуллоев Б. Образование субмикроскопических трещин в поликапроамиде в условиях фотомеханической деструкции // Материалы XVI годичной конф. НИПХТИ «Физика целлюлозы и синтетических волокон». Ташкент: Фан, 1981. С. 61–63.
7. Регель В. Р., Слудкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974. 560 с.
8. Корецкая Л. С. Атмосферостойкость полимерных материалов. Минск: Наука и техника, 1993. 206 с.
9. Цянь-Жень-юань. Определение молекулярных весов полимеров. М.: Издательство иностранной литературы, 1962. 234 с.
10. Czemy J. Thermo-oxidation and Photo-oxidative Aging of Polypropylene under simultaneous Tensile stress // Appl. Polym. Sci., 1972, vol. 16, is. 10, pp. 2623–2632. doi.org/10.1002/app.1972.070161015
11. Ершов Ю. А., Луковников А. Ф., Батурина А. А. Фотохимическое разложение гидроперекиси полипропилена // Кинетика и катализ. 1964. № 5. С. 752–760.
12. Вершинина М. П. Кинетика разрушения твердых полимеров при ультрафиолетовом облучении: дис. канд. физ.-мат. наук: 01.04.07. Ленинград, 1983. 165 с.
13. Рэнби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. М.: Мир, 1978. 675 с.
14. Imagi Keiji, Ikeda Noriaki, Masuhara Hiroshi, Nishigaki, Masahiko, Isogawa Masataka. Photochemical Transient Species of Poly(ethylene terephthalate) Powders as Revealed by the Diffuse Reflectance Laser Photolysis Method // Polymer Journal, 1987, vol. 19, no. 8, pp. 999–1001. DOI: 10.1295/polymj.19.999

References

1. Boboev T. B. *Fotomekhanicheskoe razrushenie polimerov* [Photomechanical destruction of polymers]. Dushanbe: Matbuot, 2000, 241 p.
2. Boboev T. B., Istamov F. Kh., Dodomatov Kh. D. Vliyanie rastyagivayushchey nagruzki na kinetiku fotodestruktsii polimerov [Influence of ultraviolet radiation on the creep rate of polymers]. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Starenie i stabilizatsii polimerov»* [International conference proceedings "Aging and stabilization of polymers"]. Dushanbe, 2002, pp. 14.
3. Gafurov S. D., Boboev T. B., Istamov F. Kh. Vliyanie termomekhanicheskogo vozdeystviya na svetostoykost' polietilena [The influence of thermomechanical effects on the light fastness of polyethylene]. *Prikladnaya fizika* [Journal of Applied Physics], 2018, no. 3, pp. 70–73.
4. Istamov F. Kh. Foto- i fotomekhanicheskaya destruktziya polimerov s razlichnoy lokalizatsiyei khromoforov v tsepi: dis. kand.

- fiz.-mat. nauk [Photo- and photomechanical destruction of polymers with different localization of chromophores in the chain: PhD phys. and math. sci. diss.]. Dushanbe, 2009. 122 p.
5. Boboev T. B., Dodomatov Kh. D., Abdunazarova T., Vershinina M. P., Kvachadze N. G., Tomashevskiy E. Fotodestruktsiya mekhanicheski napryazhennogo kaprona [Photodestruction of mechanically stressed kapron]. *Fizika tverdogo tela* [Semiconductors / Physics of the Solid State], 1990, vol. 32, no. 5, pp. 1350–1355.
 6. Boboev T. B., Dodomatov Kh. D., Narzulloev B. Obrazovanie submikroskopicheskikh treshchin v polikaproamide v usloviyakh fotomekhanicheskoy destruktсии [Formation of submicroscopic cracks in polycaproamide under conditions of photomechanical destruction]. *Materialy XVI godichnoy konf. NIPKhTI «Fizika tsellyulozy i sinteticheskikh volokon»* [XVI annual conference NIPKhTI "Physics of cellulose and synthetic fibers"]. Tashkent: Fan Publ., 1981, pp. 61–63.
 7. Regel' V. R., Slutsker A. I., Tomashevskiy E. E. *Kineticheskaya priroda prochnosti tverdykh tel* [Kinetic nature of the strength of solids]. Moscow: Nauka Publ., 1974. 560 p.
 8. Koretskaya L. S. *Atmosferostoykost' polimernykh materialov* [Weather resistance of polymeric materials]. Minsk: Navuka i tekhnika Publ., 1993. 206 p.
 9. Tsyun'-Zhen'-yuan'. *Opreделение molekulyarnykh vesov polimerov* [Determination of molecular weights of polymers]. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoy literatury Publ., 1962. 234 p.
 10. Czemy J. Thermo-oxidation and Photo-oxidative Aging of Polypopylent under simultaneous Tensile stress. *Appl. Polym. Sci.*, 1972, vol. 16, is. 10, pp. 2623–2632. doi.org/10.1002/app.1972.070161015
 11. Ershov Yu. A., Lukovnikov A. F., Baturina A. A. Fotokhimicheskoe razlozhenie gidroperekisi polipropilena [Photochemical decomposition of polypropylene hydroperoxide]. *Kinetika i kataliz*, 1964, no. 5, pp. 752–760.
 12. Vershinina M. P. Kinetika razrusheniya tverdykh polimerov pri ul'trafiolotovom obluchenii. Diss. kand. fiz.-mat. nauk [Kinetics of destruction of solid polymers under UV-radiation. PhD phys. and math. sci. diss.]. Leningrad, 165 p.
 13. Renbi B., Rabek Ya. Fotodestruktsiya, fotookislenie, fotostabilizatsiya polimerov [Photodestruction, photooxidation, photostabilization of polymers]. Moscow: Mir Publ., 1978. 675 p.
 14. Imagi, Keiji, Ikeda Noriaki, Masuhara Hiroshi, Nishigaki, Masahiko, Isogawa Masataka. Photochemical Transient Species of Poly(ethylene terephthalate) Powders as Revealed by the Diffuse Reflectance Laser Photolysis Method. *Polymer Journal*, 1987, vol. 19, no. 8, pp. 999–1001. DOI: 10.1295/polymj.19.999
-