

Работа проведена в рамках Тематического плана НГТУ, проект ТП-ХХТ-1_20.

Литература

1. Wang Y., Wang C. Templated mesoporous carbons and their performance for electric double layer capacitors // *New carbon materials*. 2010. – Vol. 25, iss. 5. – P. 376 – 381.
2. Ordered Mesoporous Carbon: Fabrication, Characterization, and Application as Adsorbents / W. Shou, R. Guo, H. Pan, D. D. Gang // *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, Third Edition*. 2015. – P. 1–14.
3. Templated mesoporous carbons: Synthesis and applications. / M. Inagaki, M. Toyoda, Y. Soneda, S. Tsujimura, T. Morishita // *Carbon*. 2016. – Vol. 107. – P. 448 – 473.
4. A review of the control of pore structure in MgO-templated nanoporous carbons / T. Morishita, T. Tsumura, et al. // *Carbon*. 2010. – Vol. 48. – P. 2690 – 2707.

УДК 620.193.9

Флюрик Е.А., Крутько Э.Т.

(Белорусский государственный технологический университет)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПОЛИПИРОМЕЛЛИТИМИДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ

Проблема биоповреждений является комплексной как в научном, так и в практическом смысле. Данная проблема включает в себя не только выбор способа защиты материалов от биодеструкции, но и изучение механизмов биоповреждений.

В настоящее время практически любой материал подвержен воздействию микроорганизмов. Ученые [1] установили, что в реальных условиях эксплуатации наиболее часто подвергаются воздействию микроорганизмов полимерные (28,5 % от общего числа), горючесмазочные (27,4 %) материалы, лакокрасочные покрытия (16,2 %), металлы и сплавы (12,6 %), в то время как в лабораторных экспериментах эти материалы могли проявлять высокую микробиологическую стойкость.

На кафедре биотехнологии и биоэкологии проводили испытания образцов полипиромеллитимидных имидных пленочных материалов к воздействию микроорганизмов-биодеструкторов. В качестве тест-культур

для проверки исследуемых пленочных полипиромел-литимидных материалов на грибостойкость использовали штамм *Trichoderma viride*, на бактериостойкость – *Pseudomonas fluorescens*. Полимер синтезировали двухстадийным способом. На первой стадии получали полиамидокислоту (ПАК) путем низкотемпературной конденсации эквимольных количеств диангирида пиромеллитовой кислоты с диаминодифениловым эфиром в полярных апротонных растворителях – диметилформамиде, диметилацетамиде, диметилсульфоксиде или их смесях. Из полученных растворов форполимеров отливали пленки на стеклянные подложки. После удаления растворителя в вакууме пленки снимали с подложек и подвергали термической твердофазной циклодегидратации в вакууме или инертной среде при постепенном подъеме температуры от 20 до 3000 С со скоростью 50 С/мин.

Образцы полученных пленок полипиромеллитимида очищали дистиллированной водой, нагретой до (50 ± 10) °С. Затем их помещали в стерильные чашки Петри с соответствующей питательной средой (сусло агар – грибы, питательный агар – бактерии).

Тестирование проводили путем инкубации (выдерживания) образцов с тест-культурой. Одновременно осуществляли посев тех же видов микроорганизмов на контрольные питательные среды (тест-контроль). Кроме того, проводили дополнительный контроль образцов материала, не зараженных микроорганизмами-биодеструкторами, но экспонирующихся в тех же условиях, что и зараженные образцы.

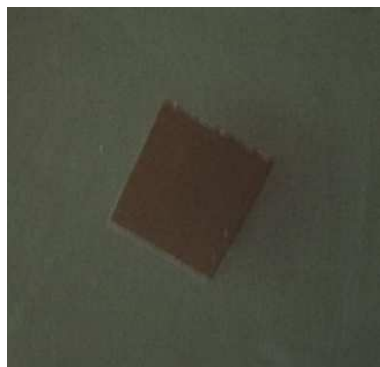
Испытания проводили на образцах, не подвергавшихся климатическим испытаниям. Каждый образец полипиромеллитимидного пленочного материала тестировался с каждым тест-объектом в трехкратной повторности.

Поражение образцов материала определяли методом визуальной оценки, заключающейся в выявлении наличия обрастания пленочных образцов.

Как видно из представленных фотографий (рисунок) образец материала не выдержал испытаний на грибостойкость, т. к. рост тест-культуры зафиксирован на всей поверхности исследуемого материала, в то время как к используемому бактериальному штамму полимерный полипиромеллитимидный материал проявил хорошую устойчивость.

Установлено, что природа растворителя, в котором проводился синтез ПАК, не оказывает влияния на результаты, полученные по определению грибостойкости и бактериостойкости.

Необходимо отметить, что биоповреждения полимеров, как правило, происходят одновременно с процессом их старения под действием различных физических и химических факторов окружающей среды, таких как воздействие перепадов температуры, ультрафиолетовое излучение и др. Старение и биоповреждение два процесса, которые усиливают негативное воздействие на материал.



a



б

**Рисунок – Биообрастание исследуемых материалов тест-культурами:
a – *Pseudomonas fluorescens*; *б* – *Trichoderma viride***

Проанализировав полученные результаты, необходимо отметить целесообразность продолжения дальнейших комплексных исследований по изучению воздействия микроорганизмов на модифицированные полимерные и олигомерные имидосодержащие материалы различного назначения, особенно модифицированные боросодержащими соединениями, поскольку в патентной литературе обнаружены сведения об их эффективном действии в качестве фунгицидных полимерных присадок. Однако, несмотря на важность полиимидных полимерных материалов для современной техники и технологий, до настоящего времени механизм микробиологического повреждения их мало изучен. Это весьма сложный процесс, на который влияет ряд факторов, поскольку, как указано выше, не только факторы окружающей среды, но и микроорганизмы могут стимулировать старение даже полиимидных полимеров, которое, преимущественно, протекает в направлении усиления деструкции материалов на их основе продуктами жизнедеятельности микроорганизмов.

Литература

1. Семенов, С.А. Характеристики процессов и особенности повреждения материалов техники микроорганизмами в условиях эксплуатации / С.А. Семенов, К.З. Гумаргалиева, Г.Е. Заиков // Вестник МИТХТ. – 2008. – Т. 3. – № 2. – С. 12