

Д. Р. Абдулина, науч. сотр., канд. биол. наук  
(ИМВ НАН Украины, г. Киев, Украина);

А. И. Бондаренко, магистрант (НУПТ, г. Киев, Украина)

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БИОСТОЙКОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Проблема биоповреждений технических материалов является комплексной в научном смысле и многоотраслевой в практическом смысле. Она включает в себя изучение механизмов биоповреждений, выбор способов защиты различных, согласно химическому строению, материалов от биодеструкции, разработку и применение методов исследования биологических повреждений [1, 2].

На сегодня существует более 200 методов испытаний различных промышленных и строительных материалов на биостойкость. Это связано с тем, что наряду с международными стандартами существуют национальные стандарты отдельных стран, а также отраслевые нормативные документы. В качестве примера можно указать ряд стандартов ведущих зарубежных стран в области защиты материалов и изделий от биоповреждений: США – Federal test method STD 141C/6271.2 86:1984; Великобритания - BS 1133-8:2011; Германия – DIN EN ISO 846:1997; Франция - NFX 41514:1981; Япония – JIS Z 2911: 2010. Большая часть этих стандартов посвящена испытанию устойчивости промышленных материалов по воздействию микроорганизмов. Однако эти методы имеют ряд недостатков: при испытании материалов с одинаковым целевым назначением используются различные тест-организмы [3]. Многообразие методов связано, с одной стороны, широким рядом тест-культур организмов, которые являются агентами биоповреждений, а с другой – большим спектром испытательных материалов [4]. Испытания материалов на устойчивость к воздействию микроорганизмов проводят как в естественных, так и лабораторных условиях, также может давать разные результаты оценки [4].

Испытания при естественных условиях (на климатических станциях), как на открытых станциях, так и в специальных помещениях без доступа прямых солнечных лучей при ограниченной аэрации и повышенной влажности, являются длительными, но позволяют получить наиболее достоверные данные о биостойкости материалов [8].

На сегодня в Украине проверка биостойкости полимерных материалов подчинена нормативно-технической документации, а именно ДСТУ 3999-2000, разработанным Институтом микробиологии и вирусологии Д. К. Заболотного НАН Украины. Согласно документу,

полимерные материалы испытывают на биостойкость следующими методами: определение биостойкости покрытий к действию коррозионно-активных бактерий и определение биостойкости покрытий с изменением их физико-механических свойств под действием коррозионно-активных бактерий [5].

Среди **физических методов** исследования биоповреждений также достаточно широко представлены хроматографические: газовые, газожидкостные, тонкослойные, ионообменные [6, 3]. Особое внимание уделено методам, основанным на идентификации химических продуктов деструкции материалов, образующихся в результате процессов биоповреждений, а также коррозии металлических сооружений [4]. К физическим методам структурного анализа различных материалов также относятся ИК- и электронная микроскопия, рентгенография и прочее.

**Определение степени деградации ксенобиотических веществ по ферментативной активности (ФА).** ФА почв обусловлена суммарным запасом ферментов, выделенных в процессе жизнедеятельности растений и микроорганизмов, а также аккумулированных почвой после разрушения отмерших клеток. Каталазная активность рассматривается как один из наиболее информативных биологических параметров почвы при проведении мониторинга в процессе биоремедиации [6]. Установлено, что дегидрогеназная и липазная активности нефтезагрязненных почв также может быть показателем микробной деградации [6]. Подобно любой химической реакции, можно наблюдать за **биодеградацией с помощью потребления реагентов** или внешнего вида продуктов. С технической точки зрения лучшим способом мониторинга и количественной оценки биодеградации является измерение или реагента ( $O_2$ ), или конечного продукта ( $CO_2$ ) энергетического обмена. Определяют процент биодеградации по потреблению  $O_2$ , используя теоретическую потребность микроорганизмов в кислороде, чтобы указать максимальное поглощение  $O_2$  в случае полного окисления пластмассы [7].

Оценку биодеструкции материалов можно проводить используя **определение прочности материалов** при разрыве покрытия.

Коэффициент деструкции определяют по потере массы испытуемого образца так же, как и показатель деградации [8].

Итак, проведенный анализ отечественных и зарубежных источников литературы о методах оценки устойчивости промышленных материалов к действию биологических повреждений указывает, что наиболее проблемными моментами при оценке биостойкости критерии оценки и сроки испытаний. В основе вышеуказанных методов используется оценка по внешнему виду и только отдельные методы исследу-

ют степень биодegradации материалов комплексно. Поэтому сегодня актуально создание методов оценки биодegradации веществ, включающие анализ по всем показателям приведенных выше вместе и с их сравнением и более точными результатами. Основными требованиями, предъявляемыми к методам испытаний по оценке устойчивости материалов к действию различных микроорганизмов-биодеструкторов, должны быть надежность метода, высокая воспроизводимость полученных результатов, короткие сроки и дешевизна испытаний, максимальная приближенность условий лабораторных испытаний к условиям природной биодegradации материалов. Перспективным является внедрение экспресс-методов анализа как в плане сокращения сроков испытаний на стойкость, так и в плане упрощения процедуры их проведения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев Д.В., Смирнов В.Ф., Смирнова О.Н., Захарова Е.А., Аникина Н.А. Анализ методов оценки биостойкости промышленных материалов (критерии, подходы) // ВНУ. им. Н.И. Лобачевского. 2013. Т.2(1). С. 118-124.
2. Vaverková D., Adamcová D., Kotovicová J., Toman F. Evaluation of biodegradability of plastics bags in composting conditions // Ecol. Chem. Eng. S. 2014. V. 21 (1). P. 45-57.
3. Harrison J., Boardman C., O'Callaghan Kenneth, Delort A., Song J. Biodegradability standards for carrier bags and plastic films in aquatic environments: a critical review // R. Soc. Open. sci. 2018. V. 5(5). P. 1-17.
4. Chinaglia S., Tosin M., Degli-Innocenti F. Biodegradation rate of biodegradable plastics at molecular level // Polymer. Degradat. Stabil. 2018. V. 147. P. 237-244.
5. ДСТУ 3999-2000 (ГОСТ 30738-2001) Покриття захисні полімерні, нафтобітумні і кам'яновугільні. Методи лабораторних випробувань на біостійкість [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2001. 16 с.
6. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. - 252 с
7. Мекіч М., Джура Н., Терек О. Ферментативна активність нафтозабруднених ґрунтів у процесі фіторекультивації рослинами кукурудзи (*Zea mays* L.) // ВЛНУ. 2015. №. 69. С. 140-147.
8. Castellani F., Esposito A., Stanzione V., Altieri R. Measuring the biodegradability of plastic polymers in olive-mill waste compost with an experimental apparatus // Advan. in Mat. Sci. and Eng. 2016. V. 6. P. 1-7.