

УДК 678

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА*

SECONDARY PROCESSING OF PRODUCTS FROM POLYURETHANE FOAM

*Л.Н. ШАФИГУЛЛИН, Ю.А. СОКОЛОВА, Р.М. АЛОЯН, Н.В. РОМАНОВА,
И.И. МИРГАСИМОВ, М.В. АКУЛОВА*

*L.N. SHAFIGULLIN, YU.A. SOKOLOVA, R.M. ALOYAN, N.V. ROMANOVA,
I.I. MIRGASIMOV, M.V. AKULOVA*

(Набережночелнинский институт Казанского федерального университета,
Московский государственный строительный университет,
Ивановский государственный политехнический университет,
Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University,
Moscow State University of Civil Engineering,
Ivanovo State Polytechnical University,
Kazan National Research Technological University)

E-mail: misharin_82@mail.ru; inep@inep.ru; ttp@ivgpu.com; Romanova.NV@kamaz.ru;
rnb_the_best@mail.ru; m_akulova@mail.ru

Исследовано влияние вторичного сырья и отходов, представляющих собой сэндвичевые конструкции изделий ППУ на физико-механические свойства изделий из ППУ. Установлено снижение деформативности при вдавливании на 11%; коэффициента звукопоглощения до 44% при частоте 1600 Гц; коэффициента теплопроводности на 12,5%, при сохранении показателя прочности связи лицевого слоя с ЭППУ на том же уровне 0,3 Н/мм по сравнению с исходными изделиями из ППУ.

The influence of secondary raw materials and wastes, which are sandwich constructions of PPU products on the physical and mechanical properties of PPU products, is investigated. Decrease in deformability at indentation by 11% is established; Sound absorption coefficient up to 44% at 1600 Hz; coefficient of thermal conductivity of 12.5%, while maintaining the index of the strength of the connection of the face layer with the ESP at the same level of 0.3 N/mm compared with the original products of the PPU.

Ключевые слова: вторичное сырье, пенополиуретан, физико-механические свойства.

Keywords: secondary raw materials, polyurethane foam, physical and mechanical properties.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Казанского (Приволжского) федерального университета.

В настоящее время широкое применение в строительстве и машиностроении находят пенополиуретановые материалы (ППУ). ППУ имеют высокие потребительские свойства: хорошие звукопоглощающие и теплоизолирующие свойства, возможность изготовления изделий сложной геометрической формы, высокую адгезионную способность, низкую стоимость производства конечных продуктов. Современные ППУ находят широкое применение в автомобилестроении при производстве деталей интерьера: ковров пола, противосолнечных козырьков, элементов обивок кабин, дверей, крыши и сидений, матрасов спального места, надоконных полок, термошумоизоляции, различные видов утеплителей [1], [2].

Ввиду высокой гигроскопической способности ППУ, улучшения эстетического вида и тактильных ощущений изделий, снижения истираемости в процессе эксплуатации, защиты от воздействия ультрафиолетового излучения используют сэндвичевые конструкции изделий ППУ.

При производстве изделий из ППУ применяют трехслойную структуру, состоящую из следующих слоев:

- 1-й – пленка ППУ или поливинилхлорида (ПВХ), придающая высокие эстетические свойства и низкое водопоглощение, защищающая от ультрафиолетового излучения и имеющая противоскользящие свойства;

- 2-й – эластичный ППУ низкой плотности, придающий высокие теплоизолирующие и шумопоглощающие свойства;

- 3-й – полиэтиленовая пленка, имеющая низкое водопоглощение и защищающая от ультрафиолетового излучения.

Для определения возможности вторичного использования отходов изделий на основе ППУ проведены исследования композиций на основе сэндвичевых структур ППУ "ковры пола" [1], включающих отходы изготовления такие, как

- ПВХ пленка и жесткий пенополиуретан;

- искусственная кожа (винилискожа ТР галантерейная) и жесткий ППУ;

- искусственная кожа (материал технический ПВХ для транспортных средств

ВИД НТ тип 02 ТУ 8729-156-05790484-2001), эластичный ППУ и коронированная пленка;

- искусственная кожа (винилискожа ТР галантерейная), полужесткий ППУ и нетканое полотно;

- пленка полиэтилентерефталат металлизированная, эластичный ППУ.

Установлено, что искусственная кожа, пленка соединены между собой слоем пены. Размеры отходов варьируются от 100×100 мм² до 300×700 мм² и имеют неровные края.

Отходы прессуются с помощью гидравлического пресса в тюки, складываются во дворе предприятия и вывозятся на полигон ТБО грузовым автотранспортом. Ежегодно на полигон вывозится около 34 т названных отходов. Таким образом, на предприятиях-производителях и в отрасли в целом остро стоит проблема утилизации промышленных отходов.

Известно, что измельченные отходы пенополиуретана могут быть вспенены вторично при помощи нагрева, давления и связующего вещества. Вторичное вспенивание широко используется для производства вибрационных звукопоглощающих настилов, половое покрытие, спортивных матов, набивочных материалов и ковровых подкладок.

Полиуретановая крошка применяется в качестве наполнителя при производстве пенополиуретана или эластомеров. При использовании в качестве наполнителя крошка в процессе производства полиуретана, как правило, сначала вводится в полиольный компонент. Формованная полиуретановая продукция, такая как автомобильные подголовники, может содержать до 20% повторно измельченного материала без снижения качества или эксплуатационных свойств.

Известно, что измельчение должно быть очень тонким, поскольку образующиеся в пористой структуре воздушные включения будут сжиматься при увеличении давления и стремиться к восстановлению прежнего объема при нормальных условиях. Применение в процессе изготовления ППУ достаточно крупных частиц (более 20 мм) вто-

ричного сырья и отсутствие их просева показало, что полученные изделия имеют неравномерную жесткость по площади. Наблюдаются расслоение и ухудшение адгезии слоя ППУ к наружным слоям.

С целью исследований влияния вторичного сырья на физико-механические свойства изделий из ППУ проведен сравнительный анализ основных показателей в соответствии с ТУ [3] исследуемых образцов, полученных с применением отходов и ис-

ходных изделий. Результаты исследований представлены в табл. 1 (сравнительные результаты оценки физико-механических показателей) и на рис. 1 (нормальный коэффициент звукопоглощения: 1 – изделие с отходами; 2 – исходное изделие; 3 – требования по ТУ [3]). Фотографии отображают структуры изделий (рис. 2 – внешний вид исследуемого образца, полученного с применением отходов (1), и исходного изделия (2)).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование показателя	Результат испытания исходного изделия	Результат испытания изделия со вторичным материалом	Норма для деталей [3]	Методы испытания	Оборудование
1	Прочность связи лицевого слоя с ЭППУ, кН/м	0,30	0,30	0,25	ГОСТ 17317 [4], п.4.4. [3]	Машина испытательная универсальная НКТ
2	Теплостойкость	Отсутствуют отслаивания и вздутия, изменения лицевого покрытия и изменение геометрических размеров менее 5%	Отсутствуют отслаивания и вздутия, изменения лицевого покрытия и изменение геометрических размеров менее 5%	Не допускаются отслаивания и вздутия, изменения лицевого покрытия и изменение геометрических размеров более 5%	п.4.6 [3]	Сушильный шкаф ED53 № 11-19611 Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05, зав. №1412264
3	Деформативность при вдавливании, мм, не менее: абсолютная остаточная деформация	1,64	1,46	1,20	ГОСТ 11529 [5], п. 4.9 [3]	Устройство для испытаний деформативности при вдавливании ТТ-2А
4	Коэффициент звукопоглощения, усл.ед. на частотах, Гц, не менее	Рис. 1	Рис. 1	от 0,07 при частоте 315 Гц до 0,5 при частоте 1600 Гц	Методика ISO 10534-2 метод передаточной функции [6], п.4.3 [3]	Труба акустическая типа 4206 ф. Брюль и Кьер.
5	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,081	0,072	Нет сведений	ГОСТ 7076-99 [7]	Электронный измеритель теплопроводности ИТП-МГ4
6	Уровень запаха, балл, не более	2,0	2,0	3,0	п.4.13 [3]	Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05, термометр ТЛ-4, секундомер СОПр-2а-2-010, рулетка измерительная металлическая Geobox РК2-10, сушильный шкаф ED53 № 11-19611

Исследуемые образцы по внешнему виду значительно не отличаются от образцов исходного материала. Однако применение вторичного сырья в сэндвичевых структурах ППУ приводит к снижению таких физико-механических показателей, как дефор-

мативности при вдавливании на 11%; коэффициента звукопоглощения до 44% при частоте 1600 Гц; коэффициента теплопроводности на 12,5%, при сохранении показателя прочности связи лицевого слоя с эластичным ППУ на том же уровне 0,3 Н/мм.

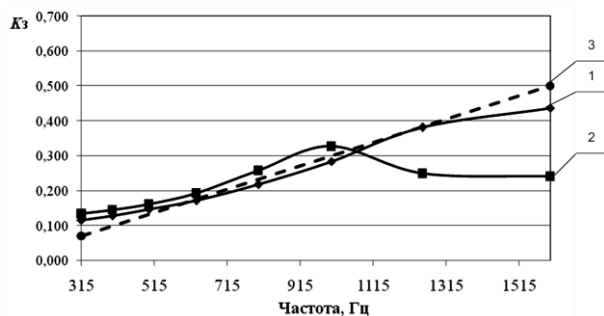


Рис. 1

Необходимо отметить, что наиболее важные показатели – звукопоглощение (до 1000 Гц) и теплопроводность – снижаются незначительно. Следовательно, изделия ППУ с применением вторичного сырья обладают удовлетворительными физико-механическими характеристиками и могут применяться в производстве автомобильных автокомпонентов, что позволит улучшить экологический аспект производства.

Таким образом, необходимо проведение дальнейших поисковых исследований с целью определения оптимального размера частиц отходов, их количественного содержания в изделии, пространственного заполнения формообразующих элементов, оптимизации технологического режима с применением вторичного сырья и отходов производства ППУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автотехник <http://автотехник.net/produkts/> [дата обращения 25.11.2017]
2. Zharin E.D., Yurasov S.Y., Shafigullin L.N., Shafigullina A.N., Shayakhmetova G.R. Sound-Absorbing Polyurethane Foam for the Auto Industry// Russian Engineering Research. –Vol. 37, Is. 4, April 2017. P.38...40.
3. ТУ 2292-015-14682925–2017. Детали формованные для шумоизоляции автомобилей; Введен 16.07.2017. – Нижний Новгород: ООО Завод автомобильных компонентов "Автокомпонент".
4. ГОСТ 17317–88. Кожа искусственная. Метод определения прочности связи между слоями; Введен с 01.07.89. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
5. ГОСТ 11529–86. Материалы поливинилхлоридные для полов. Метод контроля; Введен с 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов, 1986.

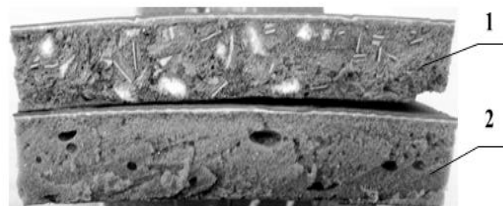


Рис. 2

6. ГОСТ 16297–80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний (взамен ГОСТ 16297–70); Введен с 01.01.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

7. ГОСТ 7076–99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме (взамен ГОСТ 7076-87). Введен с 01.04.00. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000.

REFERENCES

1. Avtotekhnik [http://avtotekhnik.net/produkts/\[data obrashcheniya 25.11.2017\]](http://avtotekhnik.net/produkts/[data obrashcheniya 25.11.2017])
2. Zharin E.D., Yurasov S.Y., Shafigullin L.N., Shafigullina A.N., Shayakhmetova G.R. Sound-Absorbing Polyurethane Foam for the Auto Industry// Russian Engineering Research. –Vol. 37, Is. 4, April 2017. P.38...40.
3. ТУ 2292-015-14682925–2017. Детали формованные для шумоизоляции автомобилей; Введен 16.07.2017. – Нижний Новгород: ООО Завод автомобильных компонентов "Автокомпонент".
4. GOST 17317–88. Kozha iskusstvennaya. Metod opredeleniya prochnosti svyazi mezhdu sloyami; Vveden s 01.07.89. – М.: Izd-vo standartov, 1988.
5. GOST 11529–86. Materialy polivinilkhlordnye dlya polov. Metod kontrolya; Vveden s 01.01.1987. – М.: Izd-vo standartov, 1986.
6. GOST 16297–80. Materialy zvukoizolyatsionnye i zvukopogloshchayushchie. Metody ispytaniy (vzamen GOST 16297–70); Vveden s 01.01.1981. – М.: Izd-vo standartov, 1980.
7. GOST 7076–99. Metod opredeleniya teploprovodnosti i termicheskogo soprotivleniya pri statsionarnom teplovom rezhime (vzamen GOST 7076-87). Vveden s 01.04.00. – М.: Gosstroy Rossii, GUP TsPP, 2000.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения и технологии. Поступила 03.07.18.