

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ПЕНЫ

А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин, Н.А. Никифорова

Изучена морфология меламиноформальдегидной пены (МФП) методом сканирующей микроскопии, термические свойства методами ДТА/ТГА и механические свойства – методами ТМА. Установлено, МФП характеризуется открытой пористостью. Размер ячейки составляет 250–300 мкм, а толщина образующего ячейку ребра 3–5 мкм. Модуль упругости E_{10} составляет 0,96 кг/см², остаточная деформация 1,2 % при плотности 7,6 кг/м³. Температура начала интенсивного разложения МФП на воздухе и в атмосфере азота составляет 383 и 388 °С соответственно.

Ключевые слова: меламино-формальдегидная пена, пенополиуретан, ДТА, ТГА, ТМА, Basotect V 3012.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных пеноматериалов в последнее время является меламиноформальдегидная пена (МФП) с открытыми порами, которая широко используется для звуко- и теплоизоляции [1]. В настоящее время только несколько компаний, включая BASF, Illtec и Zhong Yuan Da Hua CO. производят МФП [2]. Особенностью морфологии этого продукта является каркасная структура с отношением длины ребра к его диаметру до 15 и выше. Но в то же время термические и механические свойства этого продукта описаны недостаточно полно в доступной литературе.

Целью настоящей работы является исследование морфологии, термических и механических свойств меламино-формальдегидной пены марки *Basotect V3012*.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Образцы. В качестве объектов исследования были взяты образцы МФП *Basotect V 3012* белого цвета и мягкого пенополиуретана (МПП) – материала сравнения.

Методы исследования. Структуру образцов изучали методом сканирующей электронной микроскопии на электронном микроскопе модели JSM-840 фирмы Jeol (Япония).

Совместный термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы проводились на термоанализаторе

TGA/DTA-60 (Shimadzu, Япония) в диапазоне температур от 20 °С до +500 °С в атмосфере азота или воздуха. Нагревание образцов со скоростью 10 град/мин производилось в атмосфере азота или воздуха с расходом газа 40 см³/мин.

Термомеханический анализ проводился на ТМА-60 фирмы (Shimadzu, Япония) при комнатной температуре со скоростью нагружения 10 г/мин и максимальной нагрузке 200 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определение плотности образцов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность образцов


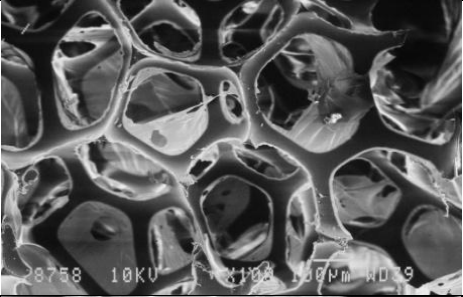
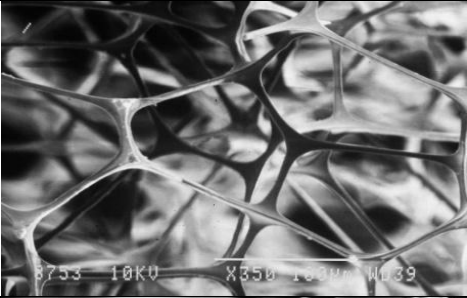
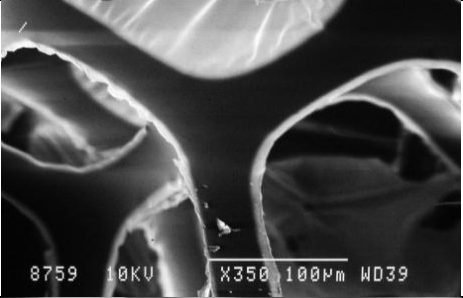
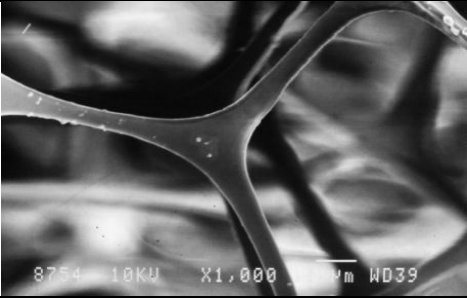
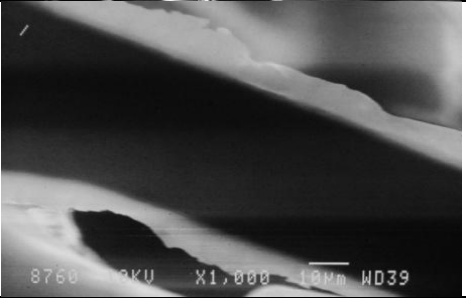
Образец	Плотность, кг/м ³
МФП	7,6± 0,5
МПП	25 ± 0,5

По литературным данным плотность меламиноформальдегидной пены *Basotect V 3012* изменяется в пределах 4–12 кг/м³. Таким образом, плотность данного образца соответствует заявленной величине [3].

Сканирующая электронная микроскопия. Результаты сравнительного электронномикроскопического исследования МФП и МПП представлены в таблице 2.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ПЕНЫ**

Таблица 2 – Морфология МФП и МПП

Кратность увеличения, раз	МФП	МПП
100		
350		
1000		

Из представленных данных следует, что МФП характеризуется открытой пористостью. Размер ячейки составляет примерно 250–300 мкм, а толщина образующего ячейку ребра 3–5 мкм. Судя по морфологии ячеек можно предположить, что продукт был получен с использованием эмульгаторов октилфенилэтоксилатов (OP-10) и натрий додецилбензол-

сульфоната (SDBS) [3].

В то же время у МПП размер ячейки 400–600 мкм, а толщина образующего ячейку ребра – 40–50 мкм и продукт не характеризуется открытой пористостью.

Термомеханический анализ. Кривые ТМА образцов МФП и МПП представлены на рисунке 1.

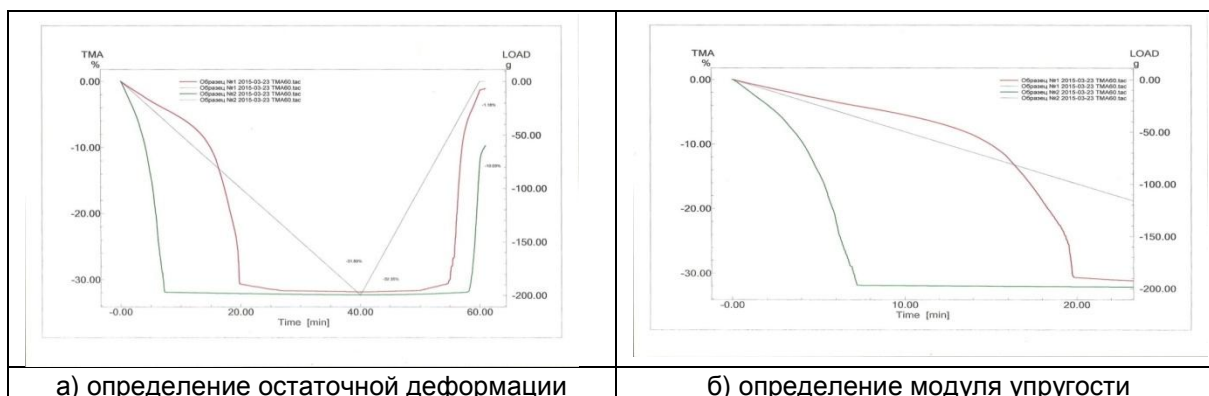


Рисунок 1 – Кривые ТМА образцов МФП и МПП

Сравнение физико-механическими характеристиками образцов представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические характеристики образцов МФП и МПП.

Образец	Модуль упругости E_{10} , кг/см ²	Остаточная деформация, %
МФП	0,96	1,2
МПП	0,27	10,0

Из представленных данных следует, что по прочностным характеристикам МФП превосходит МПП в 3,5 раза по модулю упругости и в 8 раз по остаточной деформации благодаря ажурной архитектуре, несмотря на то, что по плотности МФП примерно в три раза уступает МПП.

Термический анализ. Кривые ТГА-ДТА образцов МФП и МПП, при нагревании в атмосферах воздуха и азота до температуры 600 °С со скоростью нагревания 10 град/мин представлены на рисунке 2.

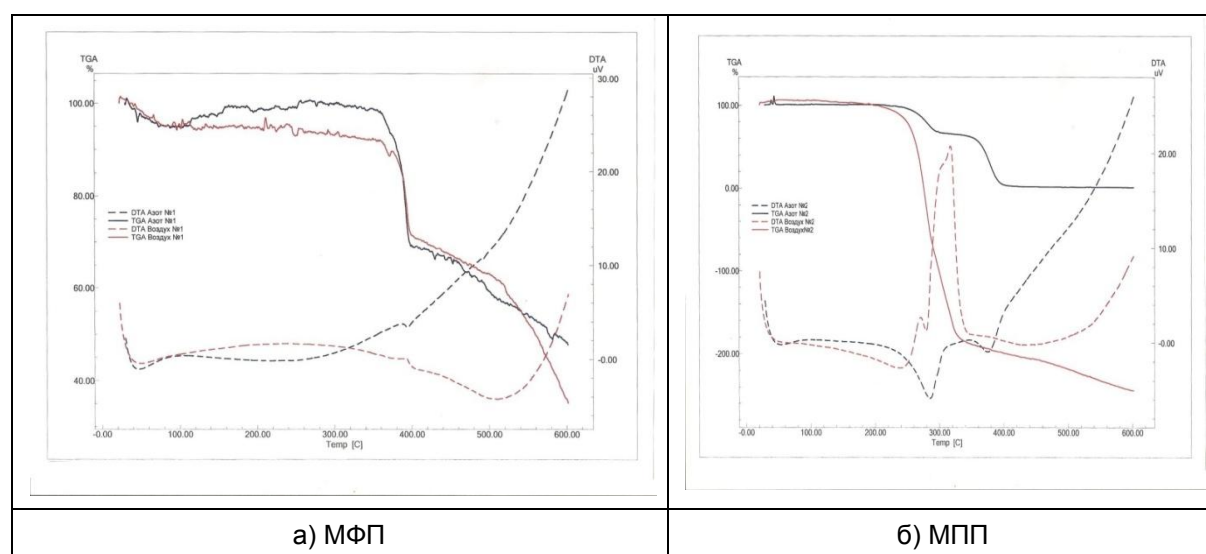


Рисунок 2. – Кривые ДТА и ТГА образцов МФП(а) и МПП(б) в атмосферах азота и воздуха

Параметры процессов термораспада образцов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Термостабильность образцов

Образец	Среда	Температура начала интенсивного разложения, °С	
		экспериментальные данные	литературные данные
МФП	азот	388	400 [3] – ТГА
	воздух	383	–
МПП	азот	252	260 [4] – Не-ТГА
	воздух	255	260 [4] ТГА

Из представленных данных следует, температура начала интенсивного разложения МПП примерно на 130 градусов ниже, чем у МФП. Следует отметить также устойчивость продукта к окислительной атмосфере.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по комплексу изученных свойств меламина-формальдегидная пена превосходит пенополиуретан по механическим и теплофизическим свойствам и представляет несомненный интерес как матрица для наполненных композиционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hang, Z. S. Advances in preparation and application of melamine foam / Z. S. Hang, F. S. Jang, F. Y. Ju, S. J. Ying, F. M. Xu // J. Thermosetting Resin. – 2010. – 25(4). P. 44–52.
2. Wang, D.W. Advances in preparation and modification of melamine formaldehyde resin foam / D. W. Wang, X. X. Zhang, D. N. Yang, S. Li // J. Highlights of Sciencepaper Online. – 2012. – 5(9). P. 794–800.
3. Wang, D. Preparation and Property Analysis of Melamine Formaldehyde Foam / D. Wang, X. Zhang, S. Luo, S. Li // Advances in Materials Physics and Chemistry. – 2012. – V. 2. P. 63–67. doi:10.4236/

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ПЕНЫ

ampc.2012.24B018 Published Online December 2012
(<http://www.SciRP.org/journal/ampc>).

4. D. Allan, J. H. Daly, J. J. Liggat. Thermal Volatilisation Analysis of a TDI-based Flexible Polyurethane Foam containing Ammonium Polyphosphate. http://pure.strath.ac.uk/portal/files/39753710/Allan_Daly_Liggat_PDS_2014_Thermal_Volatilisation_Analysis_of_a_TDI_based_flexible_polyurethane_foam.pdf.

Верещагин Александр Леонидович – д.х.н., профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)435318, e-mail: val@bti.secna.ru.

Бычин Николай Валерьевич – ведущий инженер кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)435318, e-mail: val@bti.secna.ru.

Никифорова Наталья Александровна – студент кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)435318, e-mail: val@bti.secna.ru.