

Надежными оказались и образцы мембранных материалов 2,5-слойной структуры под номерами 9, 10 и 12, сохранившие от 40 до 80% начального уровня водопроницаемости. Данные образцы изначально имели высокий уровень водопроницаемости от 0,15 до 0,18 МПа.

Таким образом, следует считать моделирование старения путем совместного воздействия стирки и многоцикловых механических нагрузок агрессивным видом воздействия для мембранных материалов. Наиболее стабильна после такого воздействия структура двухслойных мембранных материалов с гидрофобной микропористой мембраной.

Этот факт необходимо принять во внимание при конфекционировании материалов для водонепроницаемой и водозащитной специальной одежды: рациональным будет выбор мембранных материалов с высоким начальным уровнем водопроницаемости, поскольку в процессе эксплуатации неизбежно происходит значимое падение уровня показателя.

### Список использованной литературы

1. **Буркин, А. Н.** Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : моногр. / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич / под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : ВГТУ, 2020. – 190 с.
2. **Надежность** в технике. Основные понятия. Термины и определения : ГОСТ 27.002. – Введ. 01.07.90. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 32 с.
3. **Система** стандартов безопасности труда. Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием. Метод определения водопроницаемости : ГОСТ 12.4.263-2014. – Введ. 01.12.15. – М. : Стандартинформ, 2015. – 12 с.
4. **Буркин, А. Н.** Водонепроницаемость текстильных материалов. Разработка методики и прибора для исследования / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич // Стандартизация. – 2016. – Вып. 4. – С. 52–59.
5. **Ткани** с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия : ГОСТ Р 57514-2017. – Введ. 01.04.18. – М. : Стандартинформ, 2017. – 24 с.

УДК 685.34.082

**Е. А. Ковальчук** (vgtukovalchuk@mail.ru),  
канд. техн. наук, доцент  
Витебский государственный  
технологический университет

**А. С. Логунова** (alex29study@list.ru),  
инженер по стандартизации и сертификации  
ОАО «Красный Октябрь»  
г. Витебск, Республика Беларусь

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы оценки качества полимерных композиционных материалов строительного назначения, полученных на основе производственных отходов. В результате проведения физико-механических испытаний полимерных композиционных материалов строительного назначения были сделаны выводы о том, что указанные материалы можно применять для изготовления профиля малых архитектурных форм. Проведена оценка экологичности исследуемых материалов.

The article discusses the issues of assessing the quality of polymer composite materials for construction purposes, obtained on the basis of industrial waste. As a result of physical and mechanical tests of polymer composite materials for construction purposes, it was concluded that these materials can be used to manufacture a profile of small architectural forms. An assessment of the environmental friendliness of the materials under study has been carried out.

*Ключевые слова:* отходы; оценка качества; технология.

*Key words:* waste; quality assessment; technology.

В Витебском государственном технологическом университете разработан технологический процесс получения полимерных композиционных материалов строительного назначения из производственных отходов. Материалы получают в результате переработки производственных полимерсодержащих отходов, образующихся на промышленных предприятиях. Перера-

ботке может подвергаться смесь отходов, содержащая полимерный материал в объеме не менее 40% по массе, к общему объему отходов.

Процесс получения материалов осуществляют в соответствии с экструзионно-прессовой технологией по схеме, показанной на рисунке 1.

В результате процесса переработки отходов получают материалы из композиционного материала, в котором связующим компонентом являются отходы полимерного материала, а в качестве наполнителя используются любые другие отходы производства.

Схема процесса получения полимерных композиционных материалов строительного назначения



Для получения материалов последовательно применяется следующее оборудование: измельчитель роторный ИУР-200 (для измельчения отходов); экструдер шнековый ЭШ-80Н4 (для термомеханического рециклинга и предварительного формования) и пресс специальный П 40 (для прессования материала).

Сырье для получения материалов может поступать в виде блоков, пластин, брусков, литников, облоя, обрезки, отходов раскроя, стружки, бракованных изделий и др.

На первом этапе технологического процесса осуществляется доставка отходов и, при необходимости, их сортировка.

Дальнейший технологический процесс происходит по следующей схеме:

- измельчение отходов на роторно-ножевой дробилке ИУР-200;
- смешивание отходов в специальных емкостях;
- термомеханический рециклинг смешанной композиции отходов на экструдере шнековом ЭШ-80Н4 с предварительным формованием заготовки;
- окончательное прессование материала в формообразующей оснастке на прессе специальном П 40;
- контроль готовой продукции;
- упаковка готовой продукции.

При переработке отходов необходимо контролировать фракционный состав измельчаемого материала, температуру экструзии на шнековом экструдере (не допуская превышения температуры зон нагрева выше 200 °С), температуру формообразующей оснастки (не допуская превышения температуры зон нагрева выше 160 °С).

При превышении указанных температур возможна неконтролируемая деструкция полимеров, а, следовательно, готовый материал будет иметь менее плотную и твердую структуру, не позволяющую его дальнейшее использование в целях изготовления малых архитектурных форм. На завершающем этапе контролируются необходимые размеры получаемой продукции.

Для оценки качества полимерных композиционных материалов был проведен опрос экспертов для определения наиболее весомых показателей качества. По результатам опроса были определены следующие показатели: разрушающее напряжение при изгибе, водопоглощение, твердость, морозостойкость, плотность. Для исследований были изготовлены методом экструзии следующие экспериментальные образцы полимерных композиционных материалов на основе отходов производства:

- отходы подносков 1,4–трансполиизопрен;
- отходы полистирола и отходы ткани с полимерной пропиткой;
- отходы полистирола и древесные опилки;
- отходы ПВХ (поливинилхлорид) и древесные опилки;
- отходы полистирола и хромовая стружка.

Исследования образцов полимерных композиционных материалов из отходов производства по выбранным показателям проводились в условиях центральной заводской лаборатории ОАО «Витебскдрев». Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты физико-механических показателей образцов композиционных материалов из отходов производства

Показатели	Фактическое значение показателей качества					Нормируемое значение показателей по ГОСТ 10632-2007
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	28	31	29	31	32	13–14
Водопоглощение, %, не более	0,8	1,5	2,0	2,0	1,5	–
Твердость по Шору: D/15, МПа	85	80	85	87	85	20–40
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не более	1 020	1 016	920	940	960	550–820

Для сравнения результатов исследования были использованы нормируемые значения показателей древесно-стружечных плит по ГОСТ 10632-2007 [1]. У полимерных композиционных материалов значение показателя «разрушающее напряжение при изгибе» значительно выше, чем у древесно-стружечных плит. У высокопористых материалов (древесина, минераловатные и стекловолоконистые плиты) водопоглощение по массе может быть более 100%. Низкое значение показателя водопоглощения для таких изделий строительного назначения, как декоративный забор, является положительным явлением, так как насыщение водой отрицательно влияет на прочность материалов и их долговечность.

По показателю морозостойкости испытания образцов полимерных композиционных материалов проводили в условиях кафедры «Технического регулирования и товароведения», только вместо показателя предела прочности при сжатии определяли предел прочности при изгибе. При этом количество циклов попеременного замораживания и оттаивания равно 5. Изменения коэффициента морозостойкости в зависимости от образца материала и цикла замораживания следующие:

- отходы подносков 1,4– трансполиизопрен,  $K = 0,99 - 0,90$ ;
- отходы полистирола и отходы ткани с полимерной пропиткой,  $K = 0,95 - 0,89$ ;
- отходы полистирола и древесные опилки,  $K = 0,94 - 0,87$ ;
- отходы ПВХ и древесные опилки,  $K = 0,95 - 0,89$ ;
- отходы полистирола и хромовая стружка,  $K = 0,92 - 0,87$ .

Таким образом, данные материалы обладают высокой морозостойкостью, так как после 5 циклов попеременного замораживания и оттаивания коэффициент морозостойкости больше 0,75.

Экологичность продукции – свойства товара, заключающиеся в его воздействии на окружающую среду в процессе транспортировки, хранения, производственного или непроизводственного потребления. В ряде случаев к экологическим свойствам товаров относят также степень утилизации товара, после того как он утратил свои потребительские свойства в результате физического или морального износа, и степень воздействия не утилизируемой части отходов на окружающую среду. Согласно законодательству ряда стран, экологические свойства товаров подлежат обязательной сертификации.

В связи с широким внедрением в строительную практику синтетических полимерных материалов важной характеристикой качества строительных материалов является их экологическая

чистота (экологичность) – отсутствие токсичности, вредного биологического действия на людей и окружающую среду.

Получаемые материалы строительного назначения из отходов производства, рекомендуемые для производства малых архитектурных форм, также требуют оценки их экологичности.

Исходя из состава полученных материалов определены следующие вещества, способные выделяться при их эксплуатации:

- бензол;
- толуол;
- стирол;
- формальдегид.

Испытания по определению выделения указанных веществ из полимерных композиционных материалов строительного назначения проводились в условиях лаборатории Витебского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты гигиенических испытаний образцов полимерных композиционных материалов из отходов производства

Показатели	Фактическое значение показателей качества				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Содержание формальдегида, мкг/г	1,9	0,8	0,9	1,8	н/о
Содержание бензола, мг/дм <sup>3</sup>	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Содержание толуола, мг/дм <sup>3</sup>	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Содержание стирола, мг/дм <sup>3</sup>	н/о	н/о	0,05	0,07	0,04
Примечание – н/о – не обнаружено.					

На испытание были представлены образцы полимерных композиционных материалов строительного назначения, исследуемые ранее по физико-механическим показателям.

В образцах 1–4 полимерных композиционных материалов был обнаружен формальдегид. В Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 017/2012 «О безопасности продукции легкой промышленности» установлены нормы химической безопасности для различных видов текстильных материалов, для формальдегида установлена верхняя допустимая граница в 75 мкг/г. Таким образом, для строительных материалов, не имеющих тесный контакт с телом человека в отличие от текстильных материалов, обнаруженная концентрация формальдегида крайне мала и незначительна.

Стирол по степени воздействия на организм относится к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.005 – умеренно-опасные вещества [2]. Предельно допустимая концентрация стирола в водах водоемов хозяйственно-бытового водопользования – 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [3]. Следовательно, обнаруженная концентрация стирола по результатам гигиенических испытаний в 0,04–0,07 мг/дм<sup>3</sup> не окажет существенного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Таким образом, исследуемые композиционные материалы строительного назначения по показателям экологической безопасности могут быть рекомендованы для производства изделий вне жилых зданий и помещений.

### Список использованной литературы

1. **Плиты** древесно-стружечные. Технические условия : ГОСТ 10632-2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vsegost.com/Catalog/33/33.shtml>. – Дата доступа : 10.12.2020.

2. **Система** стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны : ГОСТ 12.1.005-1988 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gosthelp.ru/gost/gost1583.html>. – Дата доступа : 10.12.2020.

3. **Стирол**. Технические условия : ГОСТ 10003-90 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gosthelp.ru/gost/gost10614.html>. – Дата доступа : 10.12.2020.