

УДК 691.327.666.96  
О ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ  
ПОЛИМЕРОВ КАК МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ

С. Д. СЕМЕНЮК, Р. П. СЕМЕНЮК, А. А. ТЮЛИКОВ  
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ), более известный как лавсан, представляет собой сложный термопластичный полиэфир терефталевой кислоты и этиленгликоля. По физическим свойствам это твердое вещество белого цвета без запаха; имеющее плотность –  $1360 \dots 1400 \text{ кг/м}^3$ , прочность при изгибе –  $50 \dots 70 \text{ МПа}$ , при сжатии –  $80 \dots 120 \text{ МПа}$ , модуль упругости –  $2,5 \dots 3,0 \text{ ГПа}$ . Его относительное удлинение при разрыве составляет –  $2 \text{--} 4\%$ , температура плавления –  $255 \text{--} 265 \text{ }^\circ\text{C}$ , размягчения –  $245 \text{--} 248 \text{ }^\circ\text{C}$ , стеклования –  $70 \text{--} 80 \text{ }^\circ\text{C}$ , морозостойкость –  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Физические свойства ПЭТФ делают его идеальным материалом для использования при изготовлении бутылок, одноразовой посуды, пленок, волокон полиэстера и пр.

Переработкой использованных изделий из ПЭТФ занимается Могилевский завод «РеПлас – М», куда попадает более 95 % собранного в Беларуси пластикового сырья. После сортировки, измельчения и мойки поступившего сырья, из него делают гранулы полиэтилена, ПЭТ-хлопья, гранулы полипропилена для повторного использования при изготовлении разовой посуды, бутылок, пленок и пр. При вторичной переработке ПЭТФ образуются отходы, около 120 т. в год, которые вывозятся на городскую свалку.

Исследовалась возможность использования этих отходов в качестве мелкого заполнителя легких бетонов, в частности керамзитового. С этой целью были заформованы и испытаны в возрасте 7, 14, 28 и 60 суток образцы из керамзитобетона класса LC 8/10 и класса LC 10/12 базового варианта и образцы с 50 % заменой мелкого заполнителя отходами ПЭТФ для бетона класса LC 8/10 и 40 % заменой – для бетона LC 10/12. Составы бетонных смесей базового варианта подбирались в соответствии и «Рекомендациями по подбору, изготовлению и применению конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонов», подготовленных РУП «Институт БелНИИС».

Для изготовления легкого бетона класса LC 8/10 базового варианта в качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракции 5–10 и 10–20 мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68 МПа и 1,86 МПа соответственно; в качестве мелкого заполнителя – песок керамзитовый фракции 0–4 мм ОАО «Завод керамзитового гравия», г. Новолукомль». Вяжущим служил портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» марки 500 активностью не менее 49,0 МПа с показателем нормаль-

ной густоты (НГ) 25–28 %. Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса LC 8/10 – Ц:П:Г = 1:0,52:1,05 при водоцементном отношении В/Ц = 0,53. Плотность бетона в возрасте 28 суток оказалась равной 950 кг/м<sup>3</sup>, прочность кубов с размером ребра 15 см – 10,3 МПа. Состав бетона экспериментальной смеси – Ц:П:ПЭТФ:Г = 1:0,26:0,26:1,05 при В/Ц = 0,63. Плотность бетона в возрасте 28 суток оказалась равной 985 кг/м<sup>3</sup>, прочность – 10,74 МПа.

Для изготовления легкого бетона класса LC 10/12 базового варианта в качестве крупного заполнителя применялся только керамзитовый гравий фракции 10-20 мм с относительной прочностью в цилиндре – 1,86 МПа. Мелким заполнителем служил песок кварцевый с модулем крупности  $M_{кр} = 1,8$ . Вяжущим служил портландцемент марки 500 ОАО «Белорусский цементный завод». Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса LC 10/12 – Ц:П:Г=1:2,41:1,37 при водоцементном отношении В/Ц = 0,51. Осадка конуса после затворения смеси – 5 см. Плотность керамзитобетона в возрасте 28 суток оказалась равной 1390 кг/м<sup>3</sup>, прочность кубов с размером ребра 15 см – 11,82 МПа. Состав бетона экспериментальной смеси – Ц:П:ПЭТФ:Г=1:1,45:0,96:1,37 при В/Ц = 0,51. Плотность в возрасте 28 суток оказалась равной 1300 кг/м<sup>3</sup>, прочность – 12,26 МПа.

Опытные данные классов керамзитобетона базового варианта и экспериментальных позволили описать кинетику роста исследуемых бетонов во времени гиперболической зависимостью

$$f_{lc}^t = f_{lc}^{28} \frac{t}{0.85t+4.2}, \quad (1)$$

где  $t$  – возраст бетона в сутках;  $f_{lc}^t$  – прочность бетона в возрасте  $t$  суток;  $f_{lc}^{28}$  – прочность бетона в возрасте 28 суток.

Анализ исследований показал, что обеспеченность точности формулы (1), при отклонении теории от эксперимента в 15 %, составляет 98 %.

Проведенные исследования позволили констатировать, что вторичные отходы полиэтилентерефталата (ПЭТФ) могут быть частично использованы в качестве мелкого заполнителя для бетонов, решая при этом проблему их утилизации.

