

зок (не только изгиб). Положительную оценку результатов испытаний получают в пределе упругих деформаций.

Величину нагрузок в пробных испытаниях, длительность действия нагрузок, сроки измерения прогибов, критерии оценки результатов испытаний, применяемые в разных странах, отличаются друг от друга.

В большинстве стран методика испытания железобетонных элементов и конструкций под действием пробной нагрузки, оценка результатов испытаний помещены в нормах проектирования железобетонных конструкций.

Автором были проведены испытания ряда железобетонных и преднапряжённых элементов под пробной нагрузкой, таких как лестницы, подкрановые балки, часторебристые перекрытия и др. На основе этих испытаний можно констатировать, что многие, особенно монолитные изгибающие железобетонные элементы, имеют запас прочности по сравнению с расчётными характеристиками. В ряде случаев применение пробных нагрузок конструкций и элементов является целесообразным, поскольку его осуществление и оценка результатов научно обоснованы. На основе результатов пробных испытаний можно определить несущую способность элементов и эксплуатационную безопасность конструкции зданий и сооружений.

УДК 699.86:678.643.42.5

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАЛИВОЧНЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ

*А. Г. ТАШКИНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Исследовались эпоксидные пенопласты, получаемые перемешиванием эпоксидных смол с отвердителем – алифатическим полиамином и газообразователем – полиорганосилоксаном, содержащим активный атом водорода. Количество газообразователя и отвердителя варьировалось в пределах 10 – 20 % от массы эпоксидной смолы. Средняя плотность пенопластов (пеноэпоксидов) на смоле ЭД-20 изменяется при этом от 130 до 260 кг/м<sup>3</sup>, а прочность при сжатии – от 0,2 до 1,4 МПа. Пенопласты на смоле ЭД-16 более плотные (210 – 370 кг/м<sup>3</sup>), и, соответственно, более прочные (0,7 – 5,0 МПа).

Хотя полученные абсолютные значения плотности и прочности различные, но характер изменения этих параметров в обоих случаях почти одинаковый. При 10 %-ном содержании отвердителя увеличение расхода газообразователя свыше 15 % приводит к получению материала с неоднородной структурой, низкой прочностью и большим водопоглощением, которое за 3 месяца достигает 32 % по объему. Оптимальное соотношение газообразователя и отвердителя, обеспечивающее максимальное газовыделение, составляет 1:1,5 – 1:2 по массе. Меняя содержание газообразователя и отвердителя во вспениваемой композиции, можно изменять объем выделяющегося газа и скорость отверждения пеномассы, а следовательно, и свойства получаемых пеноэпоксидов. Высокие физико-механические показатели пенопластов с мелкопористой равномерной структурой получаются при большой скорости гелеобразования. Быстрая фиксация ячеистой структуры приводит к тому, что относительно толстые и прочные перегородки препятствуют раскрытию ячеек.

Изменяя расход газообразователя в пределах от 2,5 до 25 % и отвердителя от 15 до 20 % от массы смолы ЭД-20, удалось получить пенопласты равномерной структуры со средней плотностью 97 – 350 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 0,4 – 9,4 МПа. От расхода отвердителя оба параметра практически не зависят. Полную прочность образцы набирают в течение двух недель при комнатной температуре. Прочность при изгибе образцов с плотностью 140 – 350 кг/м<sup>3</sup> составляет 1,4 – 6,8 МПа, модуль упругости при сжатии 69 – 344 МПа.

Испытания образцов на прочность производились не только в направлении вспенивания, как предусматривают нормы, но и в перпендикулярном направлении. Это позволило количественно оценить анизотропию свойств пеноэпоксидов в широком диапазоне плотностей. Прочность и упругость пенопластов в направлении вспенивания более высокие, что объясняется вытянутостью ячеек в этом направлении. Чем больше пористость пеноэпоксидов, тем значительнее анизотропия свойств.

При плотности пенопластов 350 кг/м<sup>3</sup> анизотропии прочностных и упругих свойств практически не наблюдается.

Таблица 1 – Анизотропия физико-механических свойств эпоксидных пенопластов

Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Значение параметров, определенных при сжатии в направлении вспенивания и перпендикулярно ему			
	$R_{сж  }$ , МПа	$R_{сж  }/R_{сж\perp}$	$E_{сж  }$ , МПа	$E_{сж  }/E_{сж\perp}$
140	1,5	1,13	69	1,47
250	5,3	1,02	190	1,25
350	9,4	1,00	344	1,01

Характер деформации и разрушения пенопластов определяется его структурой и физическим состоянием полимера – основы. Для пеноэпоксидов со средней плотностью 150 – 350 кг/м<sup>3</sup> на диаграмме сжатия можно выделить следующие участки: крутой начальный участок, снижение напряжения и плато. Начальный участок отражает сжатие и изгиб тяжей и стенок ячеек пенопласта до потери ими устойчивости. На втором участке тяжи теряют устойчивость и разрушаются или изгибаются, что приводит к резкому снижению напряжения в первом случае и возникновению плато во втором.

Эпоксидные пенопласты имеют малое водопоглощение, что позволяет считать их теплогидроизоляционными материалами. Чем меньше средняя плотность пеноэпоксидов, тем выше их водопоглощение, поскольку в структуре увеличивается количество открытых ячеек. Так, для композиции на смоле ЭД-20 со средней плотностью 100 кг/м<sup>3</sup> она достигает 27 % за 12 месяцев выдержки в воде нормальной температуры. С увеличением плотности до 130 кг/м<sup>3</sup> водопоглощение снижается вдвое, до 13 %. Пенопласты на смоле ЭД-16 с плотностью 170 – 250 кг/м<sup>3</sup> за то же время поглощают воды всего 4 – 5 % по объему. Увеличение содержания отвердителя до 30 % от массы смолы ЭД-16 резко снижает гидроизоляционные свойства пенопласта, водопоглощение которого при средней плотности 186 кг/м<sup>3</sup> возрастает в 2,6 раза, достигая 13 % от объема. Водопоглощение образцов стабилизируется, в основном, уже в первые 30 – 60 суток, причем более быстро для менее плотных пенопластов. Такой же характер имеет влажностное удлинение (набухание) пеноэпоксидов, пропорциональное водопоглощению образцов и составляющее 0,5 – 1,5 % длины.

Токсикологические исследования показали, что количество выделяющихся из эпоксидных пенопластов в процессе изготовления и эксплуатации летучих веществ (эпихлоргидрина, этилендиамина и толуола) не превышает предельно допустимых уровней.

УДК 629.4

## ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕРТИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПРОДУКЦИИ

З. Ю. ТРЕТЬЯК, Ю. В. МАРЧЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта*

Вопросы контроля железнодорожной продукции, выпуск которой только планируется или уже налажен, требуют постоянного внимания руководителей предприятий-изготовителей, поскольку их решение во многом определяет эффективность организации и управления производства этой продукции. Только на основании результатов испытаний изготовитель вправе уверенно судить о качестве и безопасности продукции, поставляемой им на потребительский рынок. При условии положительных результатов испытаний изготовитель может быть уверен, что им обеспечена безопасность продукции, поставляемой железнодорожному транспорту для жизни, здоровья потребителя, для окружающей среды.

Государственным стандартом Республики Беларусь СТБ 972-2000 «Разработка и постановка продукции на производство. Общие положения» регламентируется обязательность проведения приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) продукции, а также квалификационных испытаний продукции при освоении производства, в том числе и для продукции, ранее освоенных испытаний.