

**Исследование деформативных свойств  
минераловатных плит и полимерминеральных клеевых  
составов, применяемых при тепловой изоляции наружных  
стен зданий**

Галузо Г.С., Коваженкова В.И., Галузо О.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
Кузьмичев Р.В.

Научно-исследовательское и проектно-технологическое  
унитарное предприятие «Институт НИИПТИС»

Одним из путей энергосбережения в республике Беларусь является снижение теплотребления посредством тепловой реабилитации зданий. При тепловой модернизации наружных стен зданий используют ряд систем, известных под названием «Термошуба», «Радекс», «Пралеска-терма», «Гента» и др. Наиболее распространенные системы включают в себя эффективный жесткий утеплитель (минераловатную, стекловатную или пенополистирольную плиту), который крепится клеевым составом и пластмассовыми анкерами к наружной бетонной или кирпичной стене. Поверх утеплителя наносится клеевой полимерминеральный состав, армируется стеклосеткой и затем – защитно-отделочный слой.

Целью выполненных исследований, результаты которых изложены в данной статье, являлось экспериментальное определение в лабораторных условиях деформативных характеристик минераловатных плит фирм «Rocwooll», Гомельского завода строительных материалов, фирмы «Рагос» и пенополистирольных плит Минского КСИ, применяемых при тепловой реабилитации наружных стен зданий. Полученные данные использованы при совершенствовании расчета самонесущей комплексной конструкции утепления наружных стен зданий.

Определение деформативных характеристик (модуля упругости, коэффициента Пуассона) минераловатных и пенополистирольных плит проводили при действии монотонно возрастающей сжимающей нагрузки на призматических образцах, вырезанных из готовых плит. Деформативность плит (сжимаемость) определили на образцах – кубах. Размеры призматических образ-

цов, образцов-кубов и их средняя плотность приведены в табл. 1.

Размеры опытных образцов и их плотность

Таблица 1

Наименование материала	Шифр	Средняя плотность, кг/м <sup>2</sup>	Размеры образцов, мм	
			кубов	призм
Минеральная вата Гомельского ЗСМ	С 3	193,4	70x70x70	70x70x280
То же фирмы «FasRoc»	С 4	135,3	100x100x100	100x100x400
То же фирмы «Paroc»				
Paroc-Fas 4	С 2	142,3	50x50x50	50x70x200
Paroc-FaL	С 1	78,1	50x50x50	50x70x200
Пенополистирольные плиты Минского КСИ	С 5	25,2	50x50x50	50x70x200

Для определения модуля упругости и коэффициента Пуассона на образцах-призмах, вырезанных из минераловатных и пенополистирольных плит, измеряли продольные и поперечные деформации с помощью проволочных тензометрических датчиков сопротивления. База измерения 50 мм. Деформации фиксировали автоматическим электронным измерителем деформации марки АИД-4. Испытание на действие сжимающих нагрузок проводили на универсальной испытательной машине марки Р-50 с точностью измерения нагрузки в один Н. Деформации сжатия (сжимаемость) образцов-кубов фиксировали непрерывно электронным устройством этой же испытательной машины с точностью 0,01 мм. Образцы-призмы и образцы-кубы нагружали монотонно возрастающей нагрузкой. Образцы-призмы нагружали в направлении, перпендикулярном ребрам на плоскости плиты.

В таблице 2 приведены численные значения модуля упругости и коэффициента Пуассона для каждого вида плит, как средние значения по трем образцам при напряжениях, соответствующих 0,02...0,04 МПа. Напряжение, равное 0,04 МПа, соответствует условной прочности минераловатной плиты при 10% ее деформации.

Деформативные характеристики минераловатных и пенополистирольных плит

Таблица 2

Шифр Серии	Наименование	Модуль упругости при напряжении		Коэффициент Пуассона при $\sigma$	
		0,02 МПа	0,04 МПа	0,02 МПа	0,04 МПа
С 3	Минераловатная плита Гомельского КСМ	668	660	0,31	0,33
С 4	То же фирмы «FasRoc»	158	154	0,21	0,22
С 2	То же фирмы «Рогос» Рогос – Fas 4	420	416	0,32	0,35
С 1	То же фирмы «Рогос» Рогос – FaL	43	51	-	-
С 5	Пенополистирольные плиты Минского КСИ	50	53	0,14	0,15

Испытание образцов-призм проводили до напряжений, превышающих условную прочность в 1,6...1,9 раза. При напряжениях, превышающих в среднем в 1,5 раза условную прочность минеральной ваты «Рогос», отмечается более интенсивный рост продольных и поперечных деформаций материала, чем при меньших напряжениях. Указанный характер изменения относительных предельных деформаций для минераловатных плит Гомельского КСМ и минераловатных плит «Рогос Fas» наблюдается при более высоких напряжениях сжатия, равных 0,09...0,1

МПа. Для плит из пено-пласта полистирольного характер изменения продольных относительных деформаций от величины напряжений имеет иной характер, а именно – с увеличением напряжений интенсивность роста деформаций уменьшается, что свидетельствует об уплотнении материала. Аналогичный характер изменений относительных деформаций с увеличением напряжений сжатия отмечается и для минераловатных плит «Paroc – FaL».

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что с увеличением напряжений от 0,01 до 0,04 МПа, значение модуля упругости и коэффициента Пуассона изменяется незначительно. Значение модуля упругости изменяется в пределах от 43 МПа для минераловатных плит «Paroc – FaL» до 668 МПа для минераловатных плит Гомельского КСМ и зависит от их средней плотности. Значение коэффициента Пуассона находится в пределах 0,21...0,35 для минераловатных плит и зависит от средней плотности материала. Для пенополистирольных плит эта характеристика имеет меньшее численное значение.

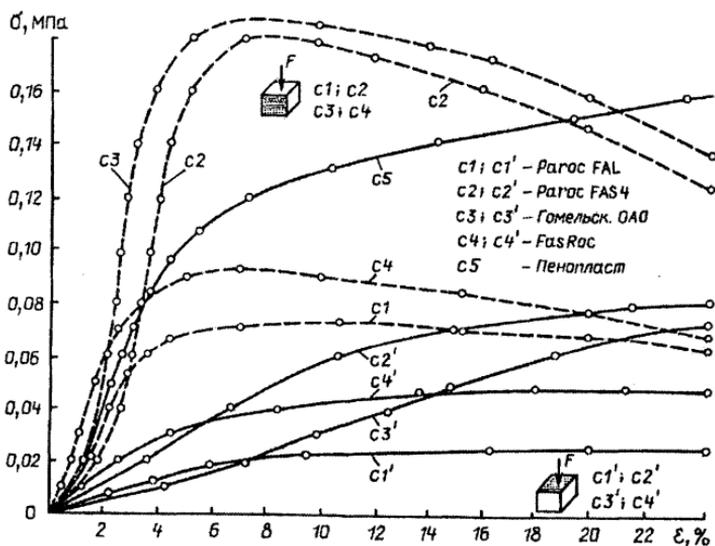


Рис. 1. Сжимаемость минераловатных и пенополистирольных образцов-кубов

На рис. 1 приведены зависимости изменения деформаций сжатия образцов-кубов от величины напряжений при двух вариантах приложения нагрузки. Первый вариант – нагрузка приложена в направлении плоскости плиты перпендикулярно гофрам на поверхности плиты. Второй вариант – нагрузка приложена перпендикулярно плоскости плиты.

Из представленных на рис.1 зависимостей следует, что наибольшую деформативность имеют образцы минераловатные при приложении нагрузки по второму варианту испытаний плит и наименьшую – при приложении нагрузки перпендикулярно группам. При напряжениях, равных 0,04 МПа, в первом варианте приложения нагрузки сжимаемость составляет в среднем 1,4...2,5 %, а во втором варианте приложения нагрузки сжимаемость соответствует 14%. Согласно ГОСТ17177-94 прочность на сжатие определяется при 10% сжимаемости. Исходя из указанного, прочность на сжатие при первом варианте нагружения соответствует 0,091...0,18 МПа, а при втором – от 0,02 до 0,05 МПа.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования деформативных свойств (модуля упругости, сжимаемости и коэффициента Пуассона) на образцах, вырезанных из минераловатных плит Гомельского КСМ, фирм «Paros», «Rocswoll» и пенополистирольных плит Минского КСИ, применяемых при тепловой изоляции наружных стен зданий, позволили определить численные значения указанных характеристик в зависимости от вариантов приложения нагрузки (перпендикулярно ребрам на поверхности минераловатных плит, а также перпендикулярно поверхности плит).

УДК 625.85-033.5(083.13)

**Методика определения параметров работоспособности армирующих прослоек в конструкциях дорожных одежд нежесткого типа**

Смыковский А.И.  
РУП «БелдорНИИ»

Прочность и долговечность асфальтобетонных покрытий определяются стабильностью физико-механических и химических