

Испытание опорных частей

ст. преп. Ходяков В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Различные типы опорных частей имеют разную жёсткость. В статье описаны результаты испытания резинометаллических и полиуретановых опорных частей на сжатие. Основной целью испытания стало сравнение жёсткости опорных частей. Испытания проведены, в том числе на локальное сжатие.

Гипотеза такова: Полиуретановые опорные части в 5 раз мягче резинометаллических опорных частей. Что вызывает высокие в сравнении со вторыми вертикальные деформации при переезде колеса движущейся нагрузки с участка покрытия над шкафной стенкой на участок покрытия над пролётным строением. Деформации в общем случае составляют 0,5 мм для полиуретановых опорных частей, против 0,1 мм для резинометаллических опорных частей.

Жёсткость опорных частей в рамках данной статьи будем характеризовать величиной их деформаций при вертикальном сжатии. Большая деформация – мягкие опорные части. Меньшая деформация – жёсткие.

Для подтверждения или опровержения этой гипотезы была исследована группа из семи образцов опорных частей. При этом две из них резинометаллические, пять полиуретановых, в том числе одна неподвижная.

Проведены теоретические расчёты их жёсткости. При проведении расчётов, для снижения вероятности получения ложноположительных результатов подтверждения гипотезы, для полиуретановых опорных частей параметры принимались как для наиболее жёстких, а для резинометаллических как для наиболее мягких.

Теоретическое значения деформации резинометаллических опорных частей вычислялись согласно пункту 7.1.10 ТКП 45-3,03-195-2010 [3]. Для температуры -20оС и выше, для более мягкой резины марки ИРП-1347.

Теоретические значения деформации полиуретановых опорных частей вычислялись с учётом модуля упругости полиуретана 40 МПа, согласно пункту 4.7 СТБ 1165-2016 [2] и расчётной прочности 11,5 МПа, согласно пункту 6.1.3 ТКП 45-3.03-195-2010 [3].

Испытание проводилось на 250-ти тонном прессе П-250 № 2494. Свидетельство и поверке БелГИМ № МН0116116-4720 от 10.02.2020. Диапазон измерения до 250 кН, класс точности $\pm 1\%$. Измерение деформаций опорных частей производили при помощи Штангенциркуля № 011120. Свидетельство о калибровке БелГИМ ВУ 01 № 1030-41 от 14.02.2020. Диапазон измерения 0...200 мм, дискретность 0,01 мм. Измерение деформации проводилось по четырём углам опорной части.

Перед испытанием все образцы были выдержаны в помещении испытательной лаборатории в течении трёх суток для нормализации их температуры.

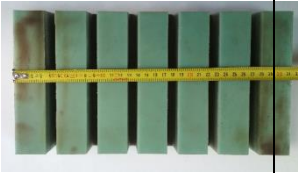


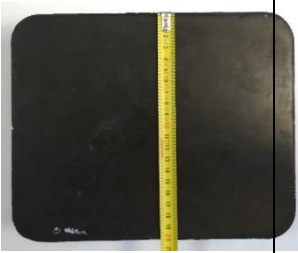
В качестве образцов для испытания были использованы резино-металлические опорные части двух типоразмеров и полиуретановые опорные части пяти типоразмеров. Общий вид образцов их маркировка, геометрические размеры и изображения приведены в таблице 1.




При испытании нагружение опорных частей производилось ступенями. Не менее пяти ступеней до теоретического значения нагрузки и далее до получения высокой степени деформации опорных частей (рис. 1). Первая ступень для всех образцов составляла 50 кН.

В результате испытания были получены следующие диаграммы абсолютной деформации образцов (рис. 2-8).

Первое что стоит отметить, испытуемый образец № 1 имеет жёсткость приблизительно в 20 раз более высокую, в сравнении с образцом №7 аналогичного типоразмера. С учетом того что образец № 7 показал жёсткость более близкую к теоретической, результаты испытания образца №1 можно считать не действительными, по причине, вероятно, не нормального состава или технологии обработки материала опорной части.

Таблица 1. Испытуемые образцы

№	Маркировка	Номинальная геометрия			Теоретические значения		Фото
		шир.	дл.	выс.	нагр., кН	деф-я, мм	
1	ЛПЧ15.400	170	320	65	450	18,1	
2	ЛПЧ33.1000	404	285	65	1000	18,4	
3	ЛПЧ инд. проект-я	197	208	52	450	22,9	
4	РОЧ 20x25x6,3-0,7	250	200	63	450	3,7	

5	РОЧ 20x40x5,2- 0,8	400	200	52	1000	4	
6	НПЧ21.750	382	142	25	740	8,5	
7	ЛПЧ15.400	170	320	65	450	18,1	

По полученным результатам можно сделать выводы, о том, что, не смотря на наличие отклонений теоретических значений от экспериментальных приблизительно в 2 раза, жёсткость полиуретановых опорных частей в 5-10 раз ниже жёсткости аналогичных резинометаллических опорных частей.



Рис. 1. Испытание попарной части. Пресс П-250. Испытуемый образец № 2

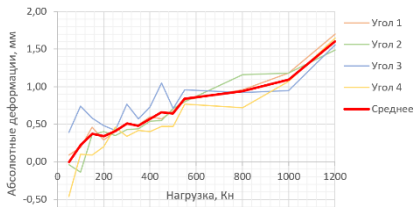


Рис. 2. Диаграмма деформаций.
Образец №1

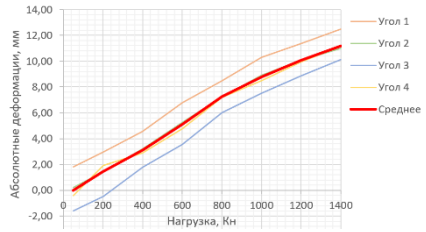


Рис. 3. Диаграмма деформаций.
Образец №2

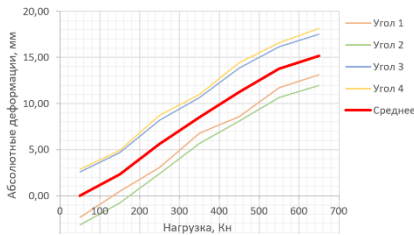


Рис. 4. Диаграмма деформаций.
Образец №3

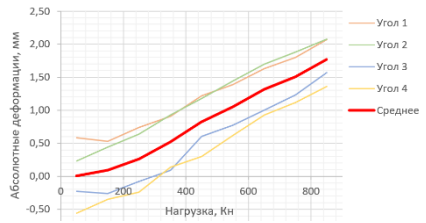


Рис. 5. Диаграмма деформаций.
Образец №4

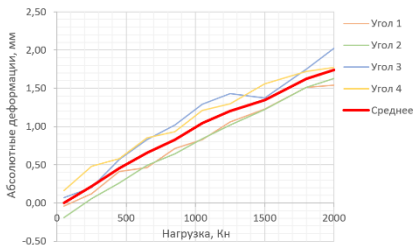


Рис. 6. Диаграмма деформаций.
Образец №5

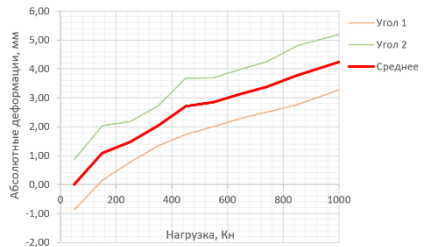


Рис. 7. Диаграмма деформаций.
Образец №6

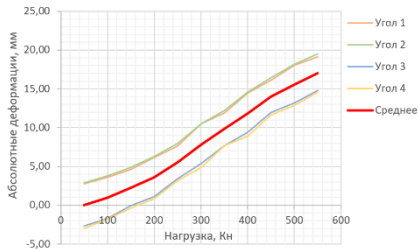


Рис. 8. Диаграмма деформаций.
Образец №7

Другими словами, гипотеза верна. Пониженная жёсткость опорных частей имеет положительное влияние на гашение ударных нагрузок, передаваемых элементам опор, однако, малая жёсткость попарных частей при этом вызывает образование «ступеньки» при прохождении нагрузкой деформационных швов пролётных строений.

Также следует отметить что все образцы показали более высокую жёсткость по сравнению, как с теоретически вычисленными значениями деформации, так и со значениями, регламентированными таблицей 2 СТБ 1165-2016 [2].

Вопрос влияния пониженной жёсткости полиуретановых опорных частей на образование дополнительных неровностей покрытия в зоне сопряжения подходов с пролётными строениями требует дальнейшего изучения.

В качестве дополнительного исследования было проведено испытание образцов № 1, 3 и 7 на локальное сжатие. С использованием призмы $100 \times 100 \times 400$ мм в качестве прокладки (рис. 9). Особенностью такой серии испытаний стало условное моделирование опорной балки с узким ребром на более широкую опорную часть.

Предварительно дважды было произведено обжатие призмы без опорной части нагрузкой 500 кН для устранения возможной погрешности измерений от деформации самой призмы.



Рис. 9. Испытание попарной части на локальное сжатие. Пресс П-250. Испытуемый образец № 7

В результате испытания были получены следующие диаграммы абсолютной деформации образцов (рис. 10-12).

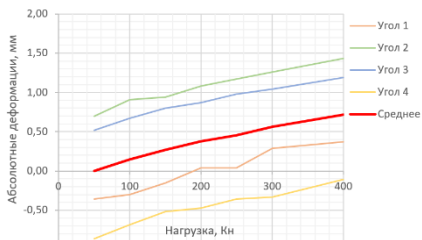


Рис. 10. Диаграмма деформаций.
Образец №1

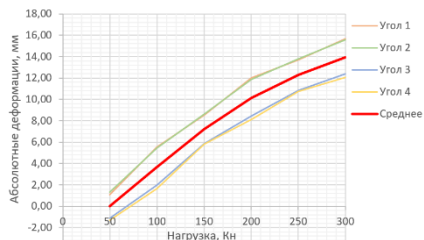


Рис. 11. Диаграмма деформаций.
Образец №3

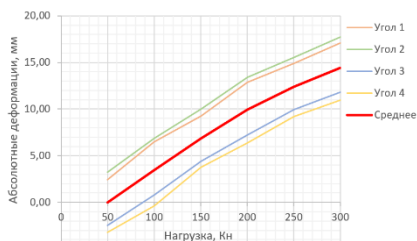


Рис. 12. Диаграмма деформаций.
Образец №7

По результатам испытания на локальное сжатие можно сделать вывод, что ширина загружаемого участка опорной части не пропорциональна величине её деформации. Вероятно, это связано с перераспределением внутренних сил трения в материале, а также с изменением площади контакта опорной части с плитами пресса. Можно было наблюдать при испытании отрыв крайних участков нижней плоскости опорных частей от нижней плиты пресса.

Литература

1. Части опорные из литьевого полиуретана для мостовых сооружений. Технические условия: СТБ 2134-2010. – Введ. 01.07.11 (с отменой на территории РБ СТБ 1165-99). – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2016. – 16 с.
2. Части опорные резинометаллические. Технические условия: СТБ 1165-2016. – Введ. 01.03.17 (введён впервые). – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2010. – 16 с.

3. Части опорные полимерные для автодорожных мостов. Правила проектирования: ТКП 45-3.03-195-2010 (02250). – Введ. 01.11.10 (введён впервые). – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 40 с.

4. Ходяков, В. А. Вибродиагностика мостовых сооружений / В. А. Ходяков // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 18-й междунар. науч.-техн. конф. Минск, май 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол. С. Е. Кравченко [и др.]. – Минск, 2020. – С. 103.

5. Ходяков, В. А. Диагностика топологии асфальтобетонного покрытия в районе деформационного шва / В. А. Ходяков // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 18-й междунар. науч.-техн. конф. Минск, май 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол. С. Е. Кравченко [и др.]. – Минск, 2020. – С. 106.