

## Определение жёсткости проезжей части путепровода и подходов

ст. преп. Ходяков В.А., инж. Савина Е.Н.,  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

*Гипотеза такова: по мере движения автомобиля по подходу к путепроводу, по самому путепроводу и далее снова по подходу непрерывно происходит изменение жёсткости основания проезжей части. Для подтверждения или опровержения данной гипотезы, было проведено исследование жёсткости покрытия.*

В качестве основного измерительного оборудования для испытания был использован динамический плотномер грунта ДПГ-1.2 (рис. 1). Данный прибор предназначен для косвенного определения динамического модуля упругости  $E_d$  (несущей способности) грунта и оснований дорог методом штампа, имитирующим проезд автомобиля по дорожному покрытию.



Рис. 1. Динамический плотномер грунта ДПГ-1.2,  
применяемый в исследовании.

Тем не менее, принцип работы этого прибора и данные его прямых измерений хорошо подходят для нашей задачи. А именно, результатом прямых измерений ДПГ-1.2 являются: перемещение штампа  $S$  от падения груза, и величина силы удара  $F$ .

Таким образом, согласно гипотезе, величина  $F/S$  Должна меняться по длине сооружения и характеризовать жёсткость основания, по которому движется автомобиль.

Сооружение, на котором было проведено исследование, было закончено строительством. Работы по исследованию основания производились летом, ночью, через несколько часов после дождя. Что, волею случая, позволило снизить вероятность того, что на результаты повлияет изменение температуры основания в период проведения исследования.

Само сооружение представляло собой трёхпролётный неразрезной путепровод с ребристыми пролётными строениями. Схема 18+24+18. Деформационные швы вынесены за пределы опоры на расстояние 2 метра от оси моста в сторону подходов. Деформационный шов с металлическим окаймлением и резиновым компенсатором. Вокруг шва выполнена подливка из высокопрочного бетона шириной 37 см.

В процессе подготовки была произведена разметка исследуемой продольной оси. Она располагалась на расстоянии 3,3 метра от барьерного ограждения, что совпадает с осью движения правого колеса автомобиля по правой крайней полосе на данном сооружении. Измерения производились по размеченной оси с шагом от 0,5 до 3 метров. В каждой точке измерения предварительно производилось 15 ударов грузом на приборе. После чего производилась серия из 10 измерений и фиксацией перемещения штампа  $S$ , мм и величина силы удара  $F$ , Н.

После камеральной обработки была построена диаграмма изменения величины  $F/S$ , Н/мм по мере перемещения вдоль исследуемой оси путепровода (рис. 2.)

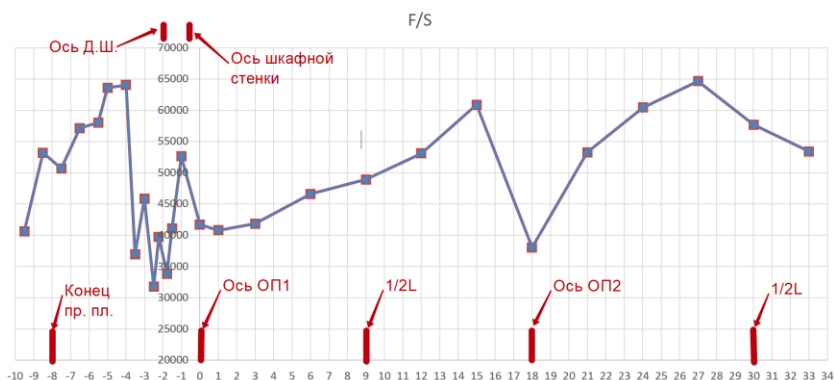


Рис. 2. диаграмма изменения величины F/S, Н/мм по длине сооружения, м

С учётом нецелевого использования измерительного оборудования, применяемого при исследовании, логичным будет подвергнуть сомнению достоверность полученных результатов. Тем не менее, с учётом корреляции графика с конструктивными особенностями пролётного строения результаты измерений можно считать достоверными. В частности, на участке устройства переходной плиты жёсткость основания растёт, что соответствуем её основному назначению; в осях опор жёсткость основания резко падает; имеется заметное увеличение жёсткости в месте устройства шкафной стенки на опоре 1.

Интересным является то, что в районе устройства деформационного шва жёсткость основания заметно падает. Теоретически должна наблюдаться обратная картина, так как модуль упругости высокопрочного тяжёлого бетона сильно выше модуля упругости асфальтобетона. Объяснить полученные данным можно тем, что асфальтобетонное покрытие работает как плита на упругом основании, в шов – как балка. Поэтому по мере приближения к краю плиты из асфальтобетона жёсткость падает. В свою очередь, пониженную жёсткость подливок из высокопрочного бетона вокруг шва можно объяснить отсутствием совместной работы с плитой асфальтобетона и небольшим возрастом бетона – несколько суток.

В качестве заключения осуществим приведение полученных деформаций от падения груза при исследовании к деформациям, ко-

торые могут возникнуть при проезде реальной нагрузки по исследуемой траектории.

Диаметр штампа, используемого при испытании, 300 мм. Ширина шины И-68А грузового автомобиля МАЗ составляет 286 мм. Длина пятна касания шины так же порядка 300 мм (рис. 3). Таким образом, можно заключить, что размер штампа соизмерим с пятном касания шины грузовика.

Для нагрузки АК класса А14 нагрузка на одну шину может быть принята порядка 35000 Н. При проведении измерений в процессе нашего полевого исследования сила удара по прибору оставляла порядка 11000 Н. Таким образом величины усилий так же соизмеримы и не отличаются на порядок.



Рис. 3. Фото пятна касания автомобиля МАЗ. Сделано при испытании путепровода. Масса автомобиля 32 тонны

С учётом множества допущений можно линейно интерполировать диаграмму деформации покрытия под колесом автомобиля и получить следующие значения (рис. 4).

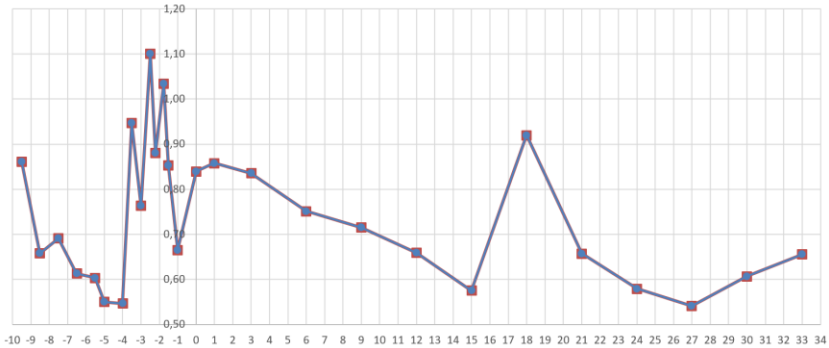


Рис. 4. Приведённая к нагрузке А 14 диаграмма изменения величины прогиба S, мм по длине сооружения, м.

В дальнейших исследованиях необходимо провести больше измерений на большем количестве различных сооружений. В частности, провести аналогичный комплекс измерений в солнечный жаркий день, на разогретой проезжей части.

### Литература

1. Производитель измерительного оборудования Интерприбор: ДПГ-1.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interpribor.ru/dynamic-density-of-ground-dpg-1>. – Дата доступа: 18.07.2021.
2. 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.
3. Ходяков, В. А. Роль сопряжения с подходами в динамическом воздействии на мостовые сооружения / В. А. Ходяков // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : Материалы международной научно-технической конференции., Минск, май 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: С. Е. Кравченко [и др.]. – Минск, 2020. – С. 133 – 136.