

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОСТОВ**

Воронкин Н.Д., Ходяков В.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: voronnikita13@gmail.com, xva609@gmail.com

*Abstract.* Typical results are shown and tendencies observed in the dynamic behavior of highway bridges are presented. For a deteriorated pavement, the dynamic impact of heavy vehicles is shown to be larger at lower truck speeds. Some correlation is shown between the dynamic properties of the bridge and its stiffness, as measured in a static load test.

Динамическое испытание мостов является важной частью процесса приемки новых сооружений в эксплуатацию. Как дополнение к испытаниям статической нагрузкой, проводятся и динамические испытания, которые дают полезную информацию о поведении моста в условиях, приближенных к естественным эксплуатационным. Эту информацию, как правило, трудно получить аналитически из-за сложности правильной оценки фактических условий эксплуатации моста. Ухудшение состояния ездового покрытия из-за динамических воздействий на мосты является особо важным фактором при эксплуатации сооружения. Эту информацию можно легко и достоверно получить при проведении динамических испытаний.

Целью динамических испытаний является определение параметров динамического воздействия подвижной нагрузки на мосты. Основными динамическими характеристиками являются: основная частота колебаний, динамический коэффициент усиления и логарифмический декремент затухания.

Для возбуждения собственных колебаний пролётного строения моста доступны несколько методов, в частности: сброс тяжелого веса с или на пролётное строение или прохождение на высокой скорости грузового автомобиля большой массы. Последний метод является более предпочтительным для динамического испытания мостов, поскольку он дает наряду с достаточно точными значениями приведенных выше величин, более естественное влияние фактической подвижной нагрузки на конструкцию. Изменяя скорость грузовика при разных проездах по мосту, можно исследовать весь диапазон скоростей движения. Кроме того, этот метод легко реализуется, в то время как некоторые из других требуют более сложных процедур по подготовке к испытанию. Измерения собираются и записываются динамической системой сбора данных со встроенным алгоритмом быстрого преобразования Фурье (БПФ), позволяющий мгновенно анализировать и интерпретировать результаты во время испытания.

**Метод.** Грузовик проезжает по мосту с несколькими скоростями. Эффект ухудшения ездового покрытия моделируется путем установки искусственного препятствия в виде доски на пути колеса грузовика, что моделирует выбоину на ездовом покрытии. Это оказывает сильное воздействие, когда грузовики проходят середину пролета. Для измерений используются датчики абсолютного перемещения и регистрируются только результаты с относительно высокой частотой (более 0,2 Гц). Затем производят наложение статической линии влияния моста, чтобы получить полную линию динамического влияния.

**Результаты.** Поскольку в ходе испытания собрано много информации, результаты обычно представляются графически. Линия динамического влияния на конструкцию моста, подвергнутого прохождению грузовика, строится для всех скоростей движения, с и без доски. Это позволяет просто визуально определить динамический коэффициент усиления  $1+\mu$ . Собственная частота колебания моста получается из спектров ускорения, выполняемых анализатором БПФ. Логарифмический декремент получается после анализа затуханий свободных колебаний моста, после того как грузовик покинул мост или, по крайней мере, когда он достаточно далеко от датчиков.

В случае гладкой поверхности ездового полотна отклик моста мал и увеличивается с ростом скорости, в случае ухудшения ровности поверхности отклик увеличивается, а влияние скорости грузовика менее ясное. В некоторых конструкциях наблюдалось, что более низкие скорости грузовика могут вызывать большие перемещения, чем более высокие скорости. Одно из возможных объяснений заключается в том, что грузовик, передвигающийся с более низкой скоростью, может вызвать два отличных удара, так как его две задние оси последовательно попадают в доску. При низких скоростях два удара происходят примерно в течении одной секунды, что близко к естественному периоду колебания большинства мостов. На более высоких скоростях два удара очень близки друг к другу и сильно отличаются от собственной частоты колебания моста. Некоторые нормативные документы дают предельные значения ускорения в зависимости от собственной частоты колебания моста. На практике эти пределы никогда не достигаются, если поверхность ездового полотна гладкая, но они могут быть превышены в случае изношенного ездового покрытия. Таким образом, результаты испытаний на динамическую нагрузку дают полезную информацию о чувствительности моста к износу покрытия и могут быть использованы при определении плана обслуживания ездового покрытия.

**Сравнение с результатами статических испытаний.** Поскольку динамическое испытание обычно выполняется на мостах, которые уже подвергались испытанию на статическую нагрузку, могут быть сделаны сравнения между поведением моста под статической и динамической нагрузкой. Очевидно, что два поведения связаны друг с другом, поскольку жесткость моста или коэффициент жесткости  $k$  появляется как при испытании на статическую нагрузку, так и в качестве компонента собственной частоты колебания пролётного строения. Как и ожидалось, в среднем наблюдается увеличение собственной частоты с увеличением жесткости. Однако разброс довольно велик, особенно для бетонных мостов, так как их масса сильно зависит от сечения. Аналогичный разброс можно наблюдать при рассмотрении корреляции между коэффициентом динамического усиления и пролетом моста или собственной частотой. Анализ разброса данных позволяет сделать вывод, что приближенных формул для правильной оценки динамического влияния подвижной нагрузки на мосты недостаточно. Для правильной оценки всегда необходимо проводить натурные динамические испытания.

УДК 624.154

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИБРОШТАМПОВАННЫХ СВАЙ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ерохина Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: erohinaula@gmail.com

*Abstract.* In article results of definition of a carrying capacity of vibrated stamped piles according to static sounding and test of soils by these piles the static pressing load are compared.

Одним из наиболее подходящих методов для оценки несущей способности свай и изменения физико-механических свойств грунтов в результате заглубления свай является статическое зондирование. Параметры статического зондирования позволяют наиболее достоверно оценить несущую способность грунтов по боковой поверхности сваи и под ее пятой. Несущая способность сваи при действии вертикальной вдавливающей нагрузки вычисляется как сумма несущей способности грунта под пятой сваи и по ее боковой поверхности, для расчета которых используют сопротивление грунта под наконечником зонда  $f_s$  и по муфте трения  $q_c$ , полученные по данным статического зондирования.