



# **ПРОДОЛЬНАЯ И ПОПЕРЕЧНАЯ НЕРОВНОСТЬ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРОВНОСТИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Ровность дороги* – это характеристика поверхности дороги, определенная наличием неровностей или отклонений фактической поверхности от проектной, вызывающих при проезде автомобиля колебания его колес и кузова. Различают продольную и поперечную ровность.

Под воздействием внешних сил и процессов, протекающих в земляном полотне и дорожной одежде, на проезжей части возникают различные неровности:

- волны;
- колеи;
- выбоины;
- просадки;
- прогибы и др.

## **К основным причинам образования неровностей покрытия относят:**

- высокую транспортную нагрузку;
- недостаточную прочность и сдвигоустойчивость дорожных одежд, применение слабопрочных материалов в конструктивных слоях покрытия;
- нарушение требований к ровности покрытий при строительстве и низкое качество работ по возведению земляного полотна и дорожной одежды;
- необеспеченный водоотвод и пучинообразование;
- износ, деформации и разрушения покрытия под действием транспорта и климатических факторов и несвоевременные работы по устранению этих дефектов.



Рис. 6.1.1 – Иллюстрация профиля поверхности покрытия, амплитуды и длины волны (амплитуда и длина волны с математической точки зрения изображены условно)

По влиянию на колебания автомобиля неровности можно разделить на три группы:

1. макронеровности;
2. микронеровности;
3. шероховатость.

- **Макронеровности** состоят из длинных плавных неровностей с длиной волны 50 м и более. Макронеровности влияют на работу двигателя автомобиля и режим его движения, но практически не вызывают колебаний автомобиля на подвеске. Фактически это продольный профиль дороги и при анализе ровности его не рассматривают.
- **Микронеровности** формируют микропрофиль поверхности, состоят из неровностей длиной от 10 см до 50 м, которые вызывают значительные колебания автомобиля на подвеске. Это и есть собственно характеристики ровности.
- **Шероховатость** – это совокупность неровностей с длиной волны до 10 см, которые не вызывают низкочастотных колебаний автомобиля на подвеске, так как их воздействие поглощают шины. Поэтому при анализе ровности шероховатость не учитывают.

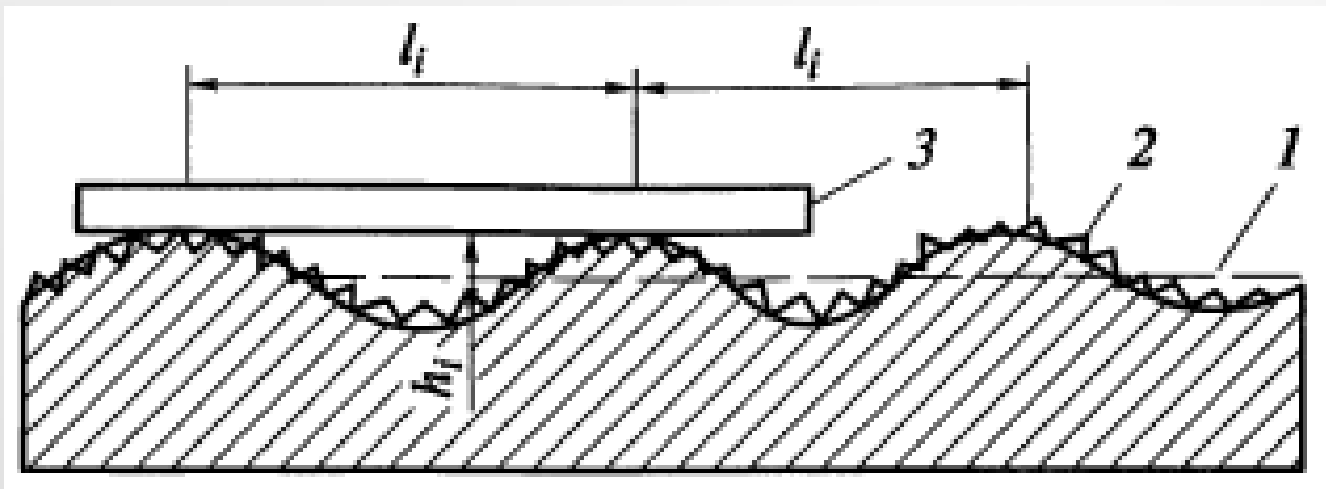


Рис. 6.1.2 – Параметры ровности покрытий

$1$  – шероховатость покрытия;  $2$  – микронеровности;  $3$  – измерительная планка;  $l_i$  – расстояния между неровностями или длина волны;  $h_i$  – глубина впадин или высота неровностей

Для оценки ровности применяются различные методы. В качестве численных критериев используются:

- величина и число просветов (в миллиметрах) под измерительной рейкой;
- сумма сжатий рессор автомобиля или специального прицепа (в сантиметрах на 1 км) при движении со скоростью 50 км/ч;
- коэффициент ровности;
- индекс ровности покрытия **IRI** и др.

Во многих странах мира принят международный индекс ровности **IRI (International Roughness Index)**, в котором показатели ровности оценивают расчетной суммой амплитуд колебаний подрессоренной массы, выраженной в метрах на 1 км.

# СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

**По принципу действия различают приборы:**

1. регистрирующие геометрические параметры неровностей (непосредственного измерения) – рейки разнообразных конструкций, прибор МЕРЛИН, профилографы, виаграфы, уклономеры, профилометры, нивелиры и др.;
2. импульсного действия, измеряющие колебания или перемещения отдельных элементов автомобиля (измеряющих величину механического или электрического импульса, или перемещения отдельных частей автомобиля при наезде на неровность, косвенно характеризующих ровность поверхности покрытия) – различные толчкомеры (приборы с обратной реакцией), акселерометры;
3. инерционного действия, динамически преобразующие продольный профиль дороги - динамометрический прицеп ПКРС-2У, в котором измеряются вертикальные колебания подрессорной массы, возникающие в результате наезда на неровность и др.





Рис. 6.2.1 – Классификация методов определения ровности покрытия

Таблица 6.2.1 – Характеристика основных измерительных систем, определяющих воздействие неровностей на измерительное устройство

Название	Измеряемый параметр	Место установки датчика	Скорость измерения, км/ч	Область применения	Страна
Толчкомер ХАДИ	Вертикальное перемещение	Шасси автомобиля, над осью	30 или 50	Состояние сети автомобильных дорог, предварительная оценка качества строительства	СССР
Толчкомер ТХК-2	То же	То же	40...60	То же	Беларусь, Казахстан, Россия
Толчкомер ТЭД-2М	*	*	40...60	*	Беларусь, Казахстан, Россия
Толчкомер ИВП-1М	*	*	50	*	Беларусь, Россия
ПКРС-2У	*	Шасси прицепа, над ступицей колеса	50	*	Беларусь, Литва, Россия, Украина
Bump Integrator	*	То же	32...50	Состояние сети автомобильных дорог	Великобритания, Дания, Испания, Нидерланды, США

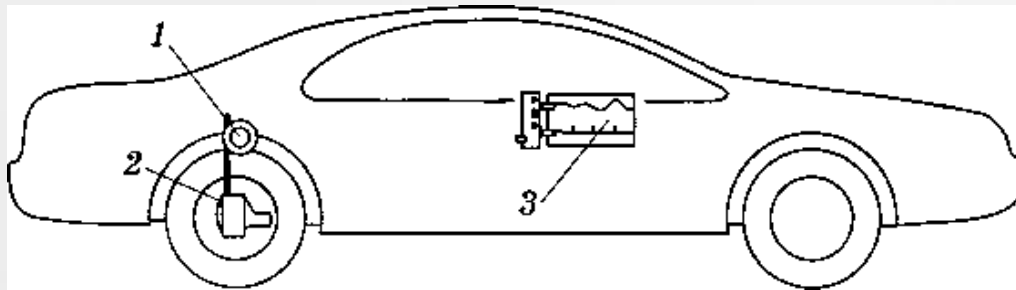


Рис. 6.3.1 – Измерительная система, оборудованная толчкомером:  
 1 – толчкомер; 2 – ведущий мост; 3 – записывающее устройство

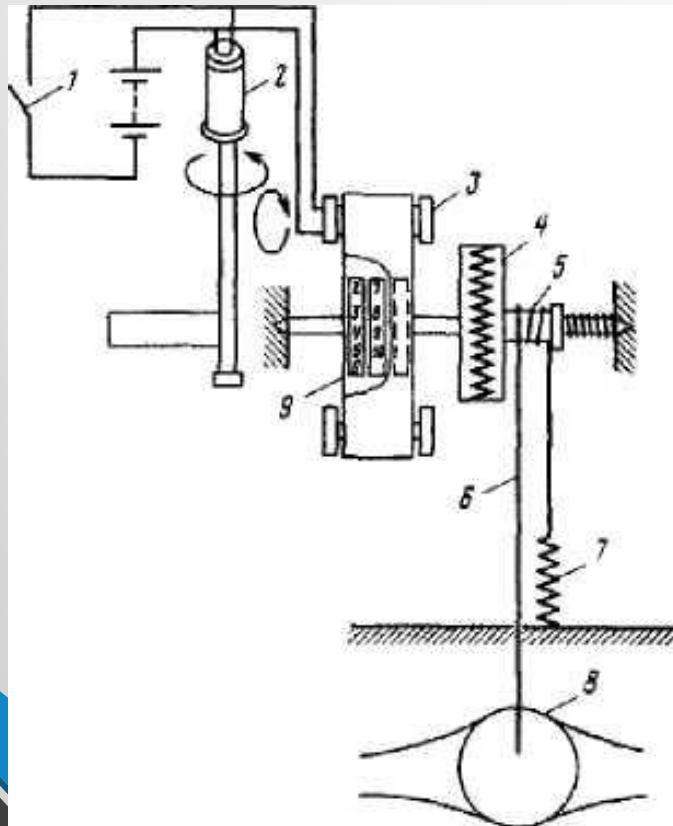


Рис. 6.3.2 – Схема толчкомера конструкции Казахского филиала СоюздорНИИ:

- 1 – кнопка включения электродвигателей;
- 2, 3 – электродвигатели;
- 4 – храповая муфта;
- 5 – барабан;
- 6 – гибкий трос;
- 7 – натянутая пружина;
- 8 – задний мост автомобиля;
- 9 – счетный механизм

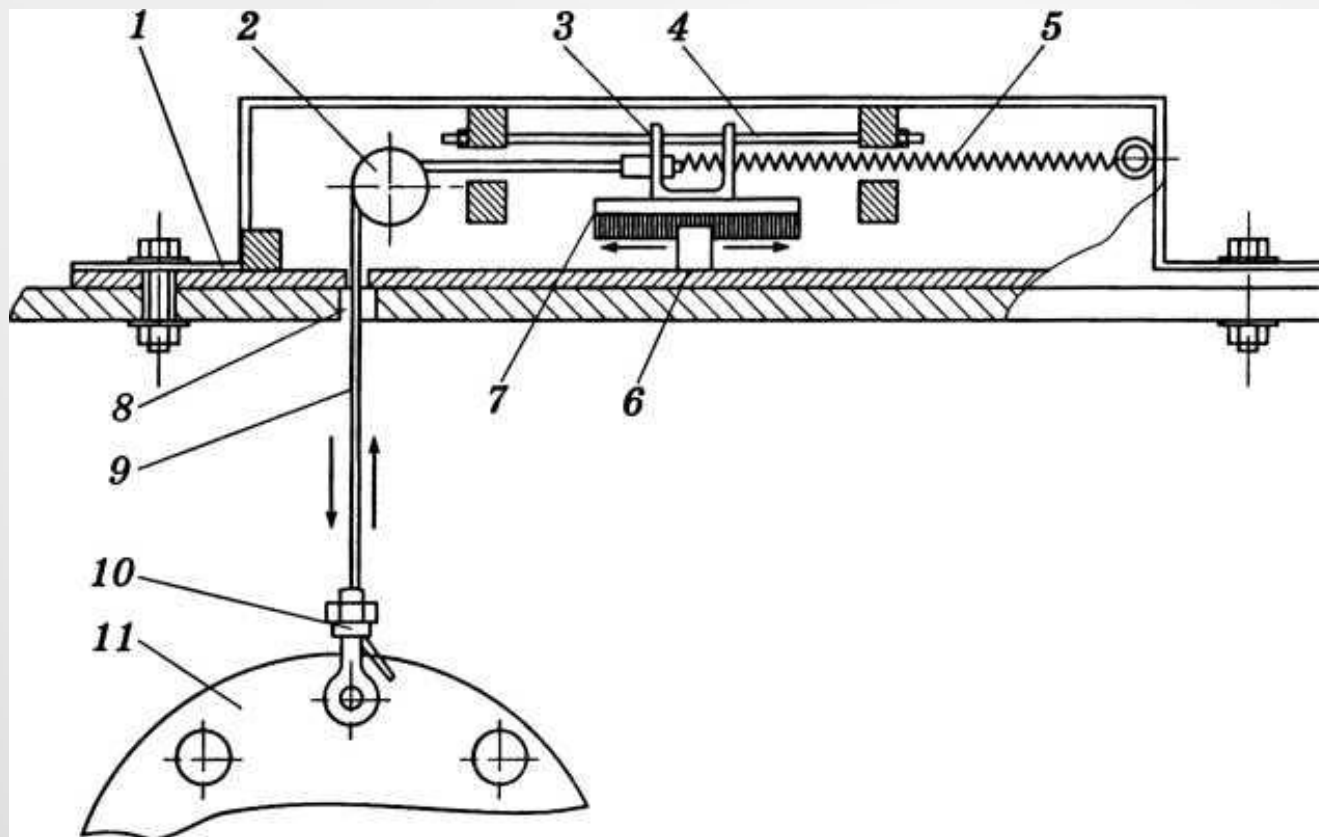
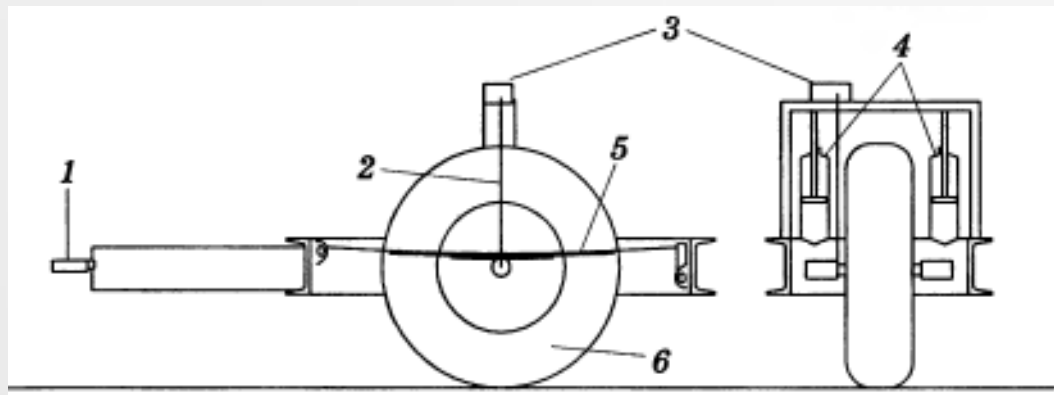


Рис. 6.3.3 – Схема механической части толчкомера ИВП-1М:

1 – корпус; 2 – направляющий ролик; 3 – ползковый механизм; 4 – направляющие штанги; 5 – пружина; 6 – электронная оптопара; 7 – ходовая пластина; 8 – отверстие в полу кузова автомобиля; 9 – трос; 10 – зажимное устройство для закрепления троса; 11 – задний мост автомобиля



*Рис. 6.3.4 – Измеритель ровности ВРР:*

*1 – прицепное устройство; 2 – трос; 3 – дорожный счетчик; 4 – амортизатор; 5 – рессора; 6 – колесо*



*Рис. 6.3.5 – Динамометрический прицеп ПКРС-2У*

Таблица 6.4.1 – Характеристика основных измерительных систем, определяющих неровности автомобильной дороги

Название измерительной системы	Измеряемый параметр	Датчик	Скорость измерения, км/ч	Область применения	Страна
Нивелирование	Высотные отметки	Нивелир, рейка	Низкая	Оценка качества строительства	Разные
Рейка (скользящая, катящаяся)	Вертикальные превышения	Щуп-клин, другие индикаторы	То же	То же	То же
Viagraph	То же	То же	*	*	Бельгия, Венгрия, Дания, Нидерланды, Франция
Дипстик	Превышения	Датчик превышений	*	Исследования, калибровка	США
Профилограф Greenwood Engineering	Вертикальные превышения, ускорения, гировертикаль и горизонталь	Лазеры, акселерометры, гироскопы	До 130	Оценка качества строительства, оценка состояния сети автомобильных дорог, исследования, калибровка	Австралия, Англия, Беларусь, Дания, Испания, Италия, Китай, Латвия, Польша, Словакия, Хорватия, Швеция
Профилограф «Династест»	То же	То же	До 120	То же	Литва

Название измерительной системы	Измеряемый параметр	Датчик	Скорость измерения, км/ч	Область применения	Страна
ЛГС	Вертикальные превышения, ускорения, гироскопы и горизонталь	Лазеры, акселерометры, гироскопы	До 100	Оценка качества строительства, оценка состояния сети автомобильных дорог, исследования, калибровка	Россия
RST-VTI	То же	То же	До 90	То же	Швеция, Венгрия
ARAN	*	Лазер, ультразвуковые датчики, акселерометры, гироскопы	До 100	*	Бельгия, Индия, Италия, Канада, Китай, Нидерланды, США, Франция, Чехия, Швейцария, Южная Африка, Южная Корея
RTM	*	*	До 100	*	Финляндия
High Speed Profilometer (HSP)	*	Лазеры, акселерометры, гироскопы	55	Оценка состояния сети автомобильных дорог	Великобритания
LaserProf	Вертикальные превышения, ускорения	Лазер, акселерометр	До 130	Оценка качества строительства, оценка состояния сети автомобильных дорог, исследования, калибровка	Беларусь, Дания
APL	Угловые перемещения	Медленный маятник, датчик угловых перемещений	20...144	То же	Беларусь, Бельгия, Болгария, Испания, Марокко, Нидерланды, Португалия, Тунис, Франция
Winkelmessgerät	Высотные превышения	Измерительные колеса с различными датчиками	20...40	Оценка состояния сети автомобильных дорог	Швейцария
GM-профилومتر	Вертикальные превышения, ускорения	Колесо с датчиком перемещений, акселерометр	0...100	Исследования, калибровка	США
Профилومتر K.J. Law	То же	Оптический датчик, акселерометр	0...100	Оценка состояния сети автомобильных дорог, исследования, калибровка	США
Профилومتر CHLOE	Угловые перемещения	Двухосная тележка, датчик угловых перемещений	Низкая	Исследования	Германия, США, Швейцария, Швеция