

В. В. Жуков, К. Б. Абрамович

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АВТОМОБИЛЯ С ДОРОГОЙ

В настоящее время наибольшее распространение в лесной промышленности получили гравийные и грунто-гравийные автомобильные дороги. Стоимость строительства автомобильных лесовозных дорог с гравийным покрытием сравнительно невысока, но они имеют существенный недостаток — в процессе эксплуатации на них возникают волнообразные неровности, оказывающие значительное влияние на технико-эксплуатационные показатели работы транспорта: снижается скорость движения автомобилей, нагрузка на рейс и, следовательно, производительность.

Нами исследуются причины волнообразования на автомобильных лесовозных дорогах с гравийным покрытием. Поставленные задачи следующие:

- 1) получение записи профиля неровностей;
- 2) получение данных колебаний поддрессоренных и неподдрессоренных масс автомобиля на различных скоростных режимах в эксплуатационных условиях;
- 3) выявление характера колебаний и фактического давления колеса на дорогу при различной скорости движения автомобиля в зависимости от профиля волнообразных неровностей.

Получение количественных характеристик микропрофиля основывается на экспериментальных замерах. Стремление механизировать процесс измерения профиля неровностей объясняет появление различных приборов для автоматической записи [1—4].

Для выполнения намеченной программы исследований нами сконструировано и изготовлено специальное измерительное устройство (тележка-профилограф) для записи профиля неровностей (рис. 1).

Тележка для записи волнообразных неровностей состоит из фермы, опирающейся на 14 колес диаметром 200 мм, расположенных в одной плоскости. Для обеспечения устойчивости движения имеется два поддерживающих колеса, расположенных с левой стороны фермы. В середине крепится измерительное колесо с реохордным датчиком и отметчиком измеряемого пути. Оси опорных колес крепятся жестко вертикальными кронштейнами к швеллеру фермы. Конструкция фермы обеспечивает высокую жесткость тележки, которая необходима для получения достаточной точности измерения. Длина тележки 5 м.

Из теоретических рассуждений вытекает, что наибольшую точность измерений можно получить при бесконечно большом количестве колес. Однако чрезмерно большое количество колес создает трудности в монтаже и демонтаже измерительной тележки. На основании проведенных анализов результатов измерений неровностей установлено, что 14 колес дают достаточную точность измерений.

Расстояние между колесами различное, что, как установлено опытом, дает большую точность измерений в сравнении с постоянным (одинаковым) расстоянием.

Измерительное колесо (рис. 2) посредством вилки, на которой закреплен ползунок, шарнирно соединяется с вертикальной стойкой, жестко прикрепленной к швеллеру фермы. К вертикальной стойке крепится

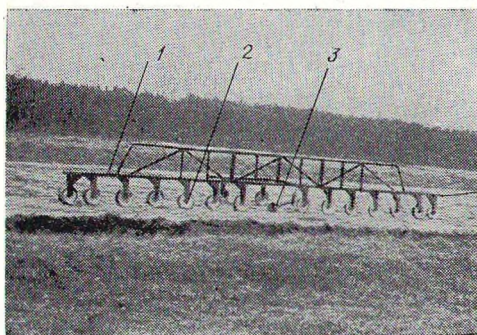


Рис. 1. Тележка для записи профиля неровностей:

1 — ферма; 2 — колеса опорные; 3 — колесо измерительное с реохордным датчиком.

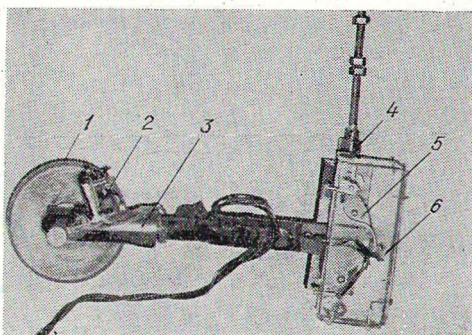


Рис. 2. Измерительное устройство.

1 — колесо измерительное; 2 — отметчик пути; 3 — вилка; 4 — стойка вертикальная; 5 — реохорд; 6 — ползунок.

проволочное сопротивление (реохорд), по которому перемещается ползунок, связанный со звеном измерительного колеса. Реохорд изготовлен из константановой проволоки, плотно намотанной на тонкий стержень из оргстекла.

Реохордный датчик наиболее прост по принципу преобразования измеряемой величины в электрическую. В нем скользящий контакт изменяет длину проводника. Это в свою очередь вызывает изменение омического сопротивления плеча измерительного моста постоянного тока (рис. 3).

Конструктивно приспособленный мост постоянного тока служит для измерения переменного омического сопротивления реохорда.

До начала проведения записи профиля неровностей дорожного покрытия проволочное сопротивление реохордного датчика разделяется скользящим контактом на две части и с помощью переменного сопротивления (γ) мостик уравнивается. При перемещении скользящего контакта вдоль проволоки балансировка моста нарушается на величину, пропорциональную величине перемещения, и фиксируется на ленте осциллографа Н-700. Для лучшей чувствительности датчика постоянные сопротивления плеч моста приняты равными, т. е.

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R.$$

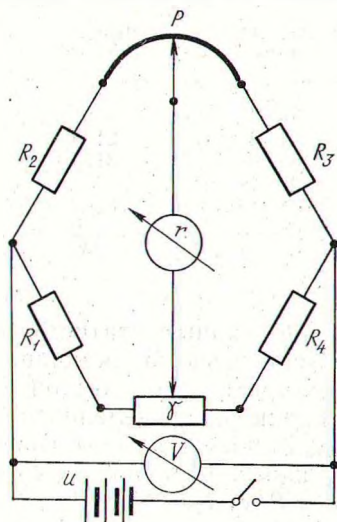


Рис. 3. Схема измерительного моста:

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ — постоянные сопротивления; P — реохорд; r — гальванометр; γ — переменное сопротивление; U — источник питания.

Величина сопротивления плеч R и величина сопротивления цепи гальванометра R_g выбраны так, что $R=10 R_g$. При соблюдении этого соотношения, предложенного Н. П. Раевским [5], ошибка измерений не превышает 1%. Сопротивления плеч R изготовлены из манганиновой проволоки.

Путь, пройденный тележкой, записывается на ленту осциллографа при помощи отметчика оборотов измерительного колеса. Отметчик оборотов измерительного колеса состоит из прерывателя электрической цепи и специального упора, закрепленного на колесе. Прерыватель крепится к оси колеса, питается от батареи 1,5 в. При движении измерительной тележки специальный упор воздействует на переключатель и размыкает электрическую цепь при каждом обороте измерительного колеса. Один оборот измерительного колеса соответствует 42 см записанного профиля микронеровностей.

Масштабный коэффициент записанных осциллограмм определяется предварительной тарировкой.

Исследования проводились на Городокской лесовозной дороге Витебского леспромхоза. Микропрофиль записывался при помощи описанного устройства.

По данным полученных осциллограмм произведен статистический анализ волнообразных неровностей. В данном случае не ставилась цель характеризовать неровности исчерпывающим образом, а установить наиболее существенные особенности их распределения, которые можно выразить при помощи минимального количества числовых характеристик. К таким характеристикам относится математическое ожидание $M[X]$, дисперсия $D[X]$ и среднеквадратичное отклонение σ_x , для определения которых составлена таблица статистического ряда (табл. 1).

Таблица 1

Распределение неровностей на опытном участке

Высота неровностей, см	Число событий	Частоты событий	Высота неровностей	Число событий	Частоты событий
0—3	5	0,005	21—24	189,5	0,188
3—6	21,5	0,121	24—27	106	0,105
6—9	31,5	0,032	27—30	38	0,038
9—12	48	0,048	30—33	12,5	0,012
12—15	82,5	0,082	33—36	3,5	0,003
15—18	172	0,171	36—39	4	0,004
18—21	293	0,291			

По данным статистического ряда определены численные значения математического ожидания $M[X]=21$ см, дисперсии $D[X]=31,6$ см², среднеквадратичного отклонения $\sigma_x=+5,6$ см, а также статистической функции распределения дорожных неровностей. На основании полученных данных построен график статистической функции распределения дорожных неровностей $F(x)$ и плотности вероятности случайной величины $P(x)$ (рис. 4).

Ускорения, получаемые автомобилем при движении по правыйной дороге, измерены с помощью акселерометров и осциллографа Н-700. Записанное ускорение в масштабе 7 мм отклонения луча гальванометра соответствовало 2 а·м/сек².

До начала проведения испытаний записывались нулевые отметки, соответствующие статическому положению автомобиля, затем про-

изводились записи на ленту осциллографа при движении автомобиля на различных скоростях по гравийной дороге с волнообразными неровностями.

В результате проведенных дорожных испытаний получены фактические средние величины ускорений поддрессоренных и неподдрессоренных масс автомобиля УРАЛ-355М и численные значения динамических нагрузок, передающихся дорожному покрытию при четырех ступенях скорости движения (рис. 5).

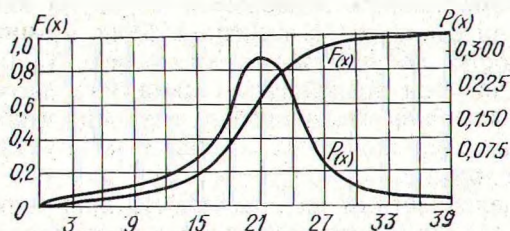


Рис. 4. Функция распределения дорожных неровностей:

$F(x)$ — кривая статистической функции распределения дорожных неровностей; $P(x)$ — функция распределения частоты.

Как видно из графика (рис. 4), кривая статистической функции распределения волнообразных неровностей на опытном участке симметричного холмообразного вида.

Зависимость ускорений поддрессоренных и неподдрессоренных масс от скорости движения (рис. 5) имеет в общем криволинейный характер. При скорости движения 25 км/час ускорения достигают наибольшей величины.

Динамические воздействия автомобиля на дорогу при скорости движения до 25 км/час увеличиваются по закону прямой пропорциональности, а при дальнейшем увеличении скорости заметно уменьшаются.

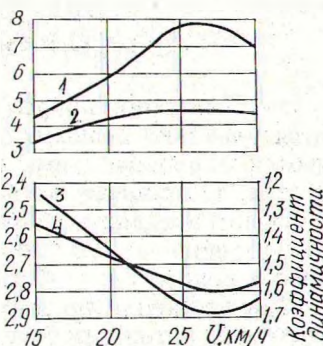


Рис. 5. График изменения ускорений и динамической нагрузки в зависимости от скорости движения автомобиля и профиля волнообразных неровностей:

1 — зависимость поддрессоренных масс; 2 — зависимость неподдрессоренных масс; 3 — зависимость динамического коэффициента; 4 — зависимость динамической нагрузки.

Литература

- [1] В. Л. Афанасьев, А. А. Хачатуров. Запись микропрофиля автомобильных дорог и его статистические характеристики. «Автомобильные дороги», 1964, № 9. [2]. Экспресс-информация. Алма-Ата, 1966. [3] INŽENÝRSKE STAVBY, 1960, № 11. [4]. „Drogo-wnictwo“ Czasopismo poświęcone zagadnieniom techniki i gospodarki drogowej, № 7 1967. [5] Н. П. Раевский. Датчики механических параметров машин. М., 1959.