

Приготовленная смесь из "Крепителя М-3", воды и 5%-ного раствора соляной кислоты нагнеталась через иньектор в подготовленный грунт при давлении в 1 атм. до появления следов раствора на поверхности. После этого выдерживалось время для схватывания закрепленного массива. Во время хранения эти области закрепления подвергались воздействию самых неблагоприятных климатических факторов. Через месяц из них были выпилены кубики 7х7х7 и 5х5х5, которые испытывались после хранения в воздушно-сухом состоянии, водонасыщенном, в течение 3 суток и после 15 циклов на замораживание-оттаивание.

Опыты показали, что прочность в самом закрепленном массиве равномерна по мере удаления от центра и составляет при области распространения порядка 25 см 16,0 кгс/см². Прочность отдельных образцов с отвердителем в виде 3%-ной кремне-фтористо-водородной кислоты составила 40 кгс/см².

Полученные результаты позволили разработать метод создания дорожных одежд из грунтов, укрепленных карбамидной смолой путем пропитки.

УДК 625.711.83

К.Б. Абрамович (канд.техн.наук),
А.В. Жуков (канд.техн.наук), А.И. Смеян

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ РОВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Для оценки степени ровности автомобильных дорог и исследования динамики деформации дорожных покрытий под воздействием движения автомобильного транспорта и природных факторов, а также для исследования колебательных процессов транспортных систем и других вопросов, связанных с эксплуатацией дорог, необходимо иметь количественные характеристики микропрофиля. Запись микропрофиля проводилась на 14 опытных участках дорог специальной измерительной тележкой.

Результаты первичной статистической обработки осциллограмм записанного микропрофиля опытных участков дорог приведены в табл. 1.

Конечной целью при статистической обработке микропрофиля дорог являлось нахождение корреляционной функции и спектральной плотности. Нормированные корреляционные функции

Табл. 1. Основные числовые характеристики дорожных неровностей

№ участка	Ширина проезжей части, м	Длина участка, м	Числовые характеристики	
			$D [X], \text{см}^2$	$\sigma_H, \text{см}$
1-гравий	10	318	0,26	0,51
2 "	10	320	0,38	0,62
3 "	10	273	0,49	0,70
4 "	10	376	0,80	0,89
5 "	10	167	1,05	1,03
6 "	8	141	1,55	1,20
7-бульжн.	10	280	1,69	1,37
8-гравий	10	243	3,46	1,86
9 "	10	167	4,24	2,06
10 "	8	354	5,40	2,32
11 "	10	230	6,34	2,52
12 "	10	141	11,90	3,59
13 "	10	164	26,44	5,09
14 "	10	222	31,60	5,60

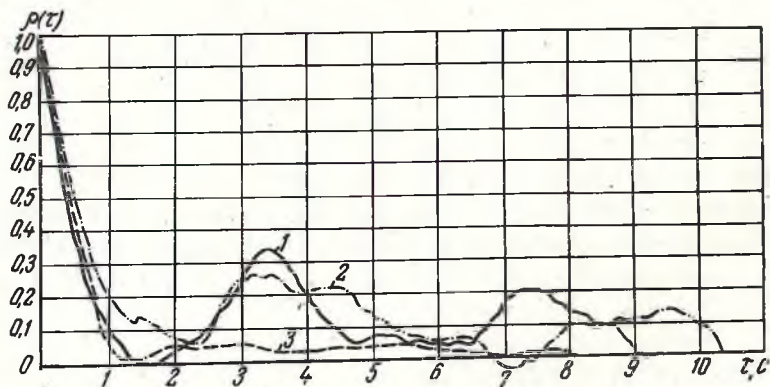


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции опытных участков дорог: 1 — уч. № 1; 2 — уч. № 2; 3 — уч. № 7; скорость движения $v = 1 \text{ м/с}$

опытных участков дорог № 1, 2 и 7, в качестве примера, приведены на рис. 1.

Из графиков видно, что все кривые имеют убывающий характер, что указывает на сильную корреляционную связь при малых значениях τ . С возрастанием τ эта связь слабеет.

Время корреляционной связи τ опытных участков различно. Так, по данным исследований, τ для участков дорог со сравнительно ровной поверхностью покрытий изменяется до 50 и более, в то время как дороги с резко выраженными неровностями ($\sigma_n = 2,06 - 5,60$ см) имеют верхний предел 0,63 и более.

В общем виде экспериментальные кривые нормированных корреляционных функций воздействия при единичных скоростях движения почти во всех случаях аппроксимировались выражениями вида:

$$\rho(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} \cos \beta \tau, \quad (1)$$

$$\rho(\tau) = A_1 e^{-\alpha_1|\tau|} \cos \beta_1 \tau + A_2 e^{-\alpha_2|\tau|} \cos \beta_2 \tau, \quad (2)$$

где α и β — коэффициенты корреляционной связи.

Для получения статистических характеристик воздействия в частотной области использовалось прямое функциональное преобразование Фурье.

Выражение для определения спектральной плотности воздействия в случае, соответствующем формуле (1), имеет вид

$$S(w) = R(0) \frac{2\alpha(\alpha^2 + \beta^2 + w^2)}{w^4 + 2(\alpha^2 - \beta^2)w^2 + (\alpha^2 + \beta^2)^2}, \quad (3)$$

где w — круговая частота.

Для других скоростей движения величина коэффициентов корреляционной связи α и β определялась по значениям этих коэффициентов при единичной скорости движения выражениями вида

$$\alpha_1 = \alpha v; \quad \beta_1 = \beta v,$$

где v — скорость движения.

В качестве примера приведен график спектральной плотности воздействия опытного участка № 3 для различных скоростей движения (рис. 2).

Исследования показывают, что спектральная плотность, как и нормированная корреляционная функция, является убывающей. При малых значениях скоростей движения характерен рост начальных значений спектральной плотности. С увеличением скорости движения величина спектральной плотности уменьшается,

кривые протекают более плавно. Наибольшие значения ординат графиков спектральных плотностей соответствуют частотам, близким к нулю. При увеличении w значения $S(w)$ снижаются ввиду различного частотного состава возмущений, имеют не один, а несколько максимумов при различных частотах. С увеличением скорости движения максимумы смещаются в сторону больших частот. Различие в ординатах $S(w)$ для единичной скорости движения весьма существенно, что объясняется различным состоянием покрытия исследуемых участков дорог.

Проведенные исследования показывают, что на целом ряде опытных участков дорог спектральная плотность неровностей изменяется в широких пределах. Это подтверждает необходимость дальнейшего изучения микропрофиля с целью установления, прежде всего, границ изменения статистических характеристик неровностей дорожных покрытий.

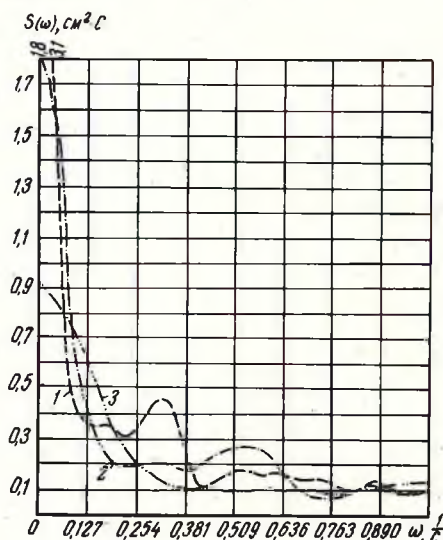


Рис. 2. Спектральная плотность опытного участка №3 для различных скоростей движения: 1, 2, 3 — $v = 3 \text{ м/с}; 5 \text{ м/с}; 10 \text{ м/с}$ соответственно

Анализ графиков спектральных плотностей показывает, что для каждой скорости движения кривые имеют несколько максимумов, что свидетельствует о довольно широком диапазоне опасных частот воздействия. Величина этих максимумов с увеличением частоты снижается и при w более $0,6 \frac{1}{\text{с}}$ проявление максимумов заметно уменьшается. Наибольшее значение $S(w)$ наблюдается при частотах, близких к нулю.