

новании. Использование синтетических материалов значительно замедляет процесс колееобразования, повышает срок службы дороги, снижает стоимость работ, позволяет быстро обеспечить проезд автотранспорта в трудных грунтовых условиях.

Таким образом, частичное сокращение протяженности летних подъездных путей за счет рационального их размещения в пределах лесосырьевой базы, широкое применение сборно-разборных покрытий, повсеместное использование местных дорожно-строительных материалов и новых конструкций дорожных одежд позволяет значительно повысить эксплуатационные характеристики временных автомобильных дорог и обеспечить ритмичную работу лесозаготовительных предприятий в течение всего года.

ЛИТЕРАТУРА

1. А л я б ь е в В.И. Оптимизация производственных процессов на лесозаготовках. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 230 с.

УДК 629.113.001

А.Р.ГОРОНОВСКИЙ, Л.Ф.ДОРНИН,
М.К.АСМОЛОВСКИЙ, М.З.ДУБКОВА (БТИ)

ОЦЕНКА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ПО ВОЗМУЩАЮЩЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Надежность, долговечность и другие показатели автомобилей, а также сцепного состава во многом определяются степенью соответствия качества подвески и несущей конструкции амплитудно-частотному характеру возмущающих воздействий. Эти воздействия обусловлены микропрофилем дорожного покрытия. При вывозке леса используются как дороги общего назначения, так временные лесовозные дороги, степень ровности которых весьма различна. Поэтому возникает необходимость систематического изучения их возмущающего воздействия на транспортные системы.

В настоящее время при проектировании новых и модернизации уже существующих конструкций транспортных средств все большее распространение получает моделирование процесса их движения. Правильная оценка эксплуатационных показателей транспортных средств возможна только при наличии сведений о возмущающих воздействиях и зависит от качества систематизации и эксплуатационных дорожных условий.

Для описания энергетических спектров воздействия наиболее часто применяют дробно-рациональные функции, которые можно выразить следующей формулой:

$$S(\omega) = \frac{A_1 a_1}{\pi} \frac{\omega^2 + a_1^2 + \beta_1^2}{(\omega^2 + a_1^2 - \beta_1^2)^2 + 4a_1^2 \beta_1^2} +$$

$$+ \frac{A_2 a_2}{\pi} \frac{\omega^2 + a_2^2 + \beta_2^2}{(\omega^2 + a_2^2 - \beta_2^2)^2 + 4a_2^2 \beta_2^2}$$

где ω — угловая скорость, 1/с; A_1, A_2 — эмпирические коэффициенты, причем $A_1 + A_2 = 1$; $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ — коэффициенты корреляционной связи.

Изменение вида корреляционной функции и вида выражения, которым она аппроксимируется, вызывает изменение выражения для энергетического спектра, связанного с ней посредством косинус-преобразования Фурье. Из-за отсутствия единой формы представления данных возникает трудность сопоставления результатов их исследования и последующей систематизации. Поэтому необходимо принять единую простую форму описания энергетического спектра, который окажется критерием потенциальных свойств неровностей дорог с различными типами покрытий.

Указанным требованиям удовлетворяет степенная функция, с помощью которой аппроксимируется спектральная плотность воздействия неровностей дороги. Работы по систематизации результатов исследований [1] позволяют сделать вывод, что в общем виде аналитическое выражение для описания энергетического спектра будет следующим:

$$S(\lambda) = \begin{cases} S(\lambda_0) (\lambda/\lambda_0)^{-\omega_1} & \text{при } \lambda \leq \lambda_0; \\ S(\lambda_0) (\lambda/\lambda_0)^{-\omega_2} & \text{при } \lambda \geq \lambda_0. \end{cases} \quad (1)$$

где $S(\lambda_0)$ — коэффициент неровности, соответствующий значению максимума спектральной плотности; λ_0 — частота, соответствующая максимуму спектральной плотности; λ — значение, обратное длине волны неровности, "пространственная частота"; ω_1, ω_2 — показатели степени.

В общем случае аппроксимированная степенным выражением кривая при использовании логарифмических координат представляет собой ломаную линию. На рис. 1 приведены графики спектральных плотностей, аппроксимированные выражением (1).

В некоторых случаях возможна аппроксимация энергетических спектров с помощью упрощенного выражения:

$$S(\lambda) = S(\lambda_0) (\lambda/\lambda_0)^{-\omega}.$$

В случае когда график спектральной плотности имеет несколько максимумов на разных частотах, число выражений в формуле (1) может быть увеличено.

Использование предлагаемой методики представления спектральных плотностей воздействия базируется на аппроксимировании кривой спектральной плотности. Поэтому для повышения точности результата лучше произ-

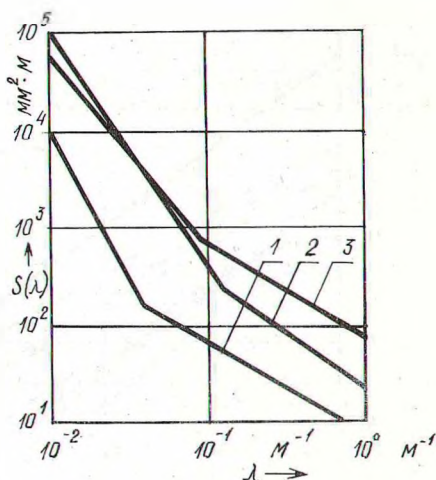


Рис. 1. Спектральные плотности микропрофилей лесовозных дорог:

1 — гравийное покрытие; 2, 3 — грунтовое.

водить непосредственное вычисление спектра по корреляционной функции, а не через аппроксимирующее корреляционную функцию выражение, как это имеет место при применяемом в настоящее время методе.

Непосредственное вычисление спектральной плотности производится по формуле

$$S = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} R(\tau) \cos \omega \tau d\tau,$$

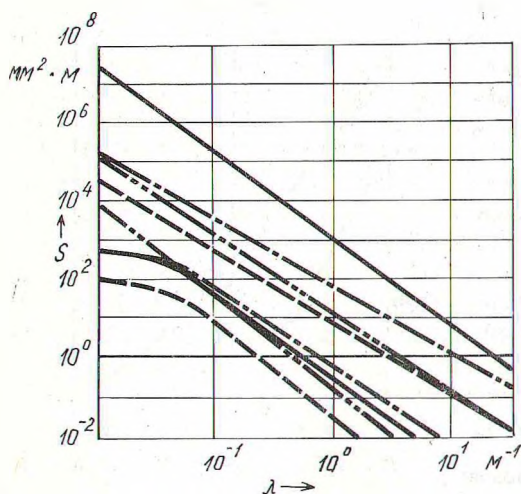
где $R(\tau)$ — корреляционная функция; τ — шаг вычисления.

При практических расчетах интегрирование ведется в конечных пределах, поскольку $R(\tau)$ вычисляется до конечного значения аргумента τ_{\max} . В результате получаем оценку спектральной плотности

$$S = \frac{1}{\pi} \int_0^{\tau_{\max}} R(\tau) \cos \omega \tau d\tau.$$

По данной методике, реализованной в виде программы для ЭВМ, было проведено исследование спектральных плотностей микропрофиля для 135 опытных участков дорог с различными типами покрытий и разной степенью износа. Анализ результатов показывает, что спектральные плотности дорог одного типа покрытия могут значительно различаться как по амплитуде воздействия, так и по соответствующим всплескам значений спектральной плотности частотам. Но несмотря на отличие спектральных плотностей, характеризующих какой-либо определенный тип дорог, выявляются достаточно четкие границы, в которых заключаются все спектры воздействия, соответствующие данному типу покрытия (рис. 2).

Для дорог с асфальтобетонным, гравийным, булыжным и грунтовым покрытием происходит одновременно увеличение полосы разброса и высоты расположения графиков спектральной плотности (рис. 2). При возрастании высоты неровностей дорожного покрытия с уменьшением их длины проис-



дит смещение графиков спектральных плотностей вверх и вправо, т.е. в область больших значений частот и амплитуд воздействия. Более высокое расположение верхней границы диапазона, свидетельствующее о наиболее мощном возмущающем воздействии, имеют

Рис. 2. Границы расположения спектральных плотностей дорог с различными типами покрытий:
 ————— грунтовое покрытие;
 булыжное;
 - · - · - · гравийное; — · — · — · асфальтовое.

спектральные плотности дорог с грунтовым покрытием. Этому же типу покрытия характерен и наибольший интервал между нижней и верхней границами возможного протекания графиков спектральных плотностей различных участков дорог. Это свидетельствует о высокой степени различия между дорогами с грунтовым типом покрытия по их возмущающему воздействию, что доказывает необходимость введения для них отдельной классификации.

Значение λ_0 есть не что иное, как значение частоты воздействия, соответствующее максимуму энергетического спектра. Оно показывает, колебания какой частоты наиболее интенсивно возбуждаются микропрофилем данной дороги. Основным недостатком большинства предлагаемых классификаций микропрофилей дорог является неучитывание этой важнейшей характеристики.

Проведенные исследования показывают, что для дорог с асфальтобетонным покрытием максимумы (всплески) значений спектральных плотностей нескольких участков располагаются в интервале $0,3...1,5 \text{ м}^{-1}$, для дорог с гравийным покрытием $0,15...1,2 \text{ м}^{-1}$, в то время как для грунтового покрытия значения λ_0 лежат в пределах $0,19...2,5 \text{ м}^{-1}$. Для исследованных опытных участков дорог с булыжным покрытием значения λ_0 находились в интервале $0,35...2,2 \text{ м}^{-1}$.

Частота воздействия дороги на автомобиль в зависимости от скорости движения определяется: $f = v\lambda$, где v — скорость движения. Из этого следует, что даже при небольших скоростях движения по грунтовому покрытию частота, соответствующая всплеску энергетического спектра воздействия, находится в районе резонансных частот для современных конструкций грузовых автомобилей повышенной проходимости [2].

Применение данной методики описания энергетических спектров воздействия позволит классифицировать микропрофили дорожных покрытий различных типов по степени возмущающего воздействия их на транспортные системы и обеспечит более обоснованный подход к выбору характеристик подвески и ходовой части машин применительно к предполагаемым условиям эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островцев А.Н., Трофимов О.Ф., Красиков В.С. Принцип классификации микропрофилей дорог с учетом повреждающего воздействия их на конструкцию автомобиля. — Автомобильная промышленность, 1979, № 1, с. 8–10.
2. Яценко Н.Н., Прутчиков О.К. Плавность хода грузовых автомобилей. — М.: Машиностроение, 1969. — 220 с.